ANNO II • N. 1

GENNAIO 1947

LIRE 90

IN QUESTO NUMERO

ORGANO UFFICIALE DEL RADIO CLUB PIEMONTE

ANNO II
NUM. 1

GENNAIO
1947

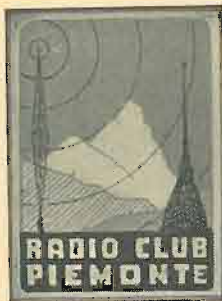
ELETTRONICA

RIVISTA MENSILE DI RADIOTECNICA E TECNICA ELETTRONICA

Organo Ufficiale del «Radio Club Piemonte»

●

SOMMARIO

REDAZIONE E AMMINISTRAZIONE - TORINO - Corso G. Matteotti 46 - Tel. 42.514 (Sede provvisoria)
Conto Corrente Postale n. 2/30126 - Autorizzazione P. 325 A.P.B.
Un numero in Italia L. 90 (arretrato L. 150); all'Estero L. 180 (arretrato L. 300)
ABBONAMENTI: Annuo in Italia L. 900; all'Estero L. 1800; Semestre in Italia L. 500; all'Estero L. 1000
Concess. esclus. per la distribuz. in Italia: C.I.A.S. Compagnia Italo Americana Stampe - FIRENZE - Via Cavour, 13

NOTIZIARIO DEL RADIO CLUB PIEMONTE

Lettere alla Redazione

Fra le tante lettere pervenuteci in merito ai ns. precedenti articoli, pubblichiamo con precedenza quella del Sig. Spriano - Presidente del Gruppo Radianti del R.C.I.

Causa la tirannia dello spazio, non possiamo pubblicarla integralmente, riportiamo i punti più interessanti.

Circa l'invito in essa contenuto di prendere noi l'iniziativa, diciamo subito che non intendiamo entrare nel merito dell'argomento perchè altri più di noi hanno veste autorevole per farlo, se questo non avverrà, vedremo quale sarà la strada migliore.

Dando ospitalità alle lettere chi ci giungono, intendiamo solo gettare un ponte che porti su un piano costruttivo le diverse tendenze, con lo scopo di trovare un comun denominatore, dal quale possa scaturire quel l'intesa che è auspicabile per i Radianti d'Italia.

P. G. P.

Cara « ELETTRONICA » - Torino,

Abbiamo letto con piacere il tuo articolo nella rubrica « ORGANIZZIAMO GLI OM », articolo che è stato fra noi discusso e studiato.

Siamo in linea generale concordanti col tuo punto di vista, in particolare perchè tutti noi, prima di essere Radioclubbisti od Arini, siamo OM; e tolto qualche personalismo e qualche assolutismo, che al giorno d'oggi è totalmente fuori luogo, nulla di fondamentale separa le varie società esistenti.

Tu inviti ad una riunione senza distinzione di casacca: noi ti citiamo dati di fatto, controllabilissimi perchè vi hanno partecipato almeno un centinaio di Firenze.

Col lodevole intento di giungere appunto ad un appianamento della situazione, i Fiorentini avevano presa l'iniziativa di un Congresso a Firenze senza colore, onde chiarire ed appianare le cose. Andammo a Firenze fiduciosi, ma purtroppo, per i noti incidenti, il Congresso non ebbe quel risultato che noi si sperava.

Veniamo al Congresso A R I di Milano, ove noi andammo, sempre armati di buona volontà onde venire ad una chiarificazione, ma anche questa volta i nostri buoni propositi furono frustrati, e non mi dilungo su questo, appunto per non sollevare pregiudiziali alla tua iniziativa.

Questi punti ci fanno seriamente dubitare di una buona riuscita ad un tentativo di accordo; non per colpa nostra, che saremmo ben lieti di giungervi, anche se oggi per nostro solo merito ci siamo messi in un anno alla pari di altri più vecchi e stiamo già in attesa del riconoscimento ufficiale della IARU!

Con tutto questo saremo ben lieti di poter giungere alla possibilità di trattative ed accordi, perchè lo ripeto ancora una volta, prima di essere degli associati, siamo degli OM e tali vogliamo restare...

Accetteremo qualunque invito ci venga rivolto e siamo disposti ad una serena discussione, tanto più in quanto fra noi nessuno ha interessi particolari da difendere e non siamo legati nè al ramo industriale nè a quello commerciale.

Unico punto fermo che mettiamo per accettare un un accordo è che venga inserito ed accertato quanto vale in tutte le società radiantistiche del mondo, Italia esclusa: « Nessun elemento direttamente interessato nell'industria o nel commercio Radio può ricoprire cariche direttive in seno all'organizzazione ». (Puoi convincertene leggendo il frontespizio della ARRL, sul QST e su altre riviste.

Ed ora, Cara ELETTRONICA, non tirarti affatto da parte per lasciare il campo libero, prendi anzi tu in mano l'iniziativa, che è bene sia condotta da un elemento neutro, che non faccia o sia tacciato di fare gioco di parte. Noi saremo ben lieti di seguirti e tutta la nostra buona volontà sarà impegnata per non far naufragare le tue iniziative a cui auguriamo il miglior successo, e con noi saranno ben lieti di seguirti tutti gli OM italiani, veramente tali.

Saremo sempre pronti a raccogliere qualunque invito tu ci faccia, a nome di chiunque, purchè siano ben definiti ed accettati in anticipo sia la premessa che abbiamo citata sopra relativa ai posti direttivi, sia il tuo punto 5, che fa parte del nostro Statuto.

Per inciso, e senza che ciò possa ferire la possibilità di trattative, ma come punto di vista generale, non possiamo imporre la unicità in quanto è libera l'Associazione in Italia, e come vi sono in altri paesi più di una società, così questo può accadere anche da noi, quello che conta è l'accordo reciproco, che porterà con sè la unità; non la dobbiamo imporre; deve venire da sola per convinzione, per federalismo, per necessità, per quello che vuoi, ma non per imposizione, fosse solo perchè per venti anni ci hanno imposto il silenzio come OM.

Cordialissimi saluti, nella speranza che la tua iniziativa trovi tutti consezienti ed almeno una volta d'accordo; frattanto tienici informati se lo credi opportuno.

P. SPRIANO
Presidente Gruppo Radianti
RADIO CLUB D'ITALIA

ASSEMBLEA ORDINARIA DEI SOCI

La Direzione del Radio Club Piemonte comunica che:

Ai sensi dello Statuto, prossimamente verrà indetta l'assemblea ordinaria annuale dei Soci.

Saranno posti in discussione importanti argomenti.

Si pregano i Soci che avessero da esporre osservazioni, mozioni, interpellanze, di volerlo comunicare alla Presidenza al più presto.

Sin d'ora si prega di voler intervenire numerosi.

NOTIZIARIO COMMERCIALE

ASSEMBLEA DEI RADIO RIVENDITORI DELLA PROVINCIA DI TORINO

Il giorno 26 gennaio 1947 nei locali della Sede si è svolta l'annunciata assemblea dei Radiorivenditori della Provincia di Torino.

Purtroppo, forse per colpa del freddo e per la mancanza dei tram, l'assemblea non è stata numerosa come le altre volte; solo una cinquantina di Commercianti si sono presentati a sentire le esposizioni fatte dal Presidente del Sindacato Radio Rag. Scamuzzi circa le nuove tassazioni di Ricchezza Mobile ed i relativi provvedimenti e quella del Sig. Portino sulle trattative in corso per le modifiche da apportare al mod. 101.

Le discussioni hanno riscaldato l'ambiente, ed al termine di queste è stato votato il seguente ordine del giorno:

O R D I N E D E L G I O R N O

I Commercianti Radio di Torino, riuniti in Assemblea Straordinaria, sentita l'esposizione del Sig. Portino circa le proposte avanzate per le modifiche da portarsi al Mod. 101 e preso atto delle dichiarazioni della R.A.I.:

DELIBERANO

1) - Accettano in linea di massima gli accordi raggiunti, purchè gli stessi non vincolino quelli che sono i giusti diritti di libertà commerciale e individuale, al di fuori dello spirito dell'accordo.

2) - Auspicano che le trattative in corso vengano portate a termine nel più breve tempo possibile, onde la categoria tutta possa uscire dallo stato di disagio in cui attualmente si trova.

3) - Rivolgono fermo invito alla R.A.I. a voler dare tutto l'appoggio possibile per il raggiungimento sollecito di quanto sopra.

INVITANO

Tutti i Commercianti d'Italia a volersi rendere solidali onde frustrare eventuali manovre tendenti a sabotare quelli che sono i desideri di una maggioranza.

FANNO VOTI

Affinchè le competenti Autorità prendano nella dovuta considerazione le proposte formulate, dandone sollecita attuazione.

TASSA IMPOSTA GENERALE ENTRATA

La « Gazzetta Ufficiale » pubblica il testo del decreto, che porta l'imposta sull'entrata del 4% al 3%. Si richiama l'attenzione sul fatto che, a partire dal 1° gennaio, non potranno più essere applicate le marche sulle fatture in arrivo per le vendite al minuto; per queste vendite dovrà essere stipulato l'abbonamento bollo.

COMUNICAZIONI AI RADIANTI

Il Ministero delle Poste con Foglio N. 538628/77405 del 13 Febbraio comunica alla Direzione del Radio Club Piemonte che il Ministero degli Interni ha espresso parere favorevole alla concessione di permessi di trasmissione.

I Radianti che desiderano avere tale permesso, sono invitati a rivolgersi alla ns. Sede - Via Maria Vittoria, 4 - dalle ore 15 alle 19.

Per coloro che desiderano risposta scritta unire L. 10 in francobolli.

NOTIZIE BREVI

NOTIZIE DALL'ESTERO

BELGIO - Il Belgio contava, prima della guerra, due gruppi distinti di radioamatori, uno di lingua francese, l'altro di lingua fiamminga.

Questi due gruppi si sono fusi recentemente nel quadro di una nuova organizzazione: l'U. B. A. (Unie van de Belgische Amaterzenders - casella postale 634 - Bruxelles).

Una licenza temporanea può essere ottenuta da coloro che già avevano il permesso prima della guerra e dagli amatori che hanno dato prova di lealismo durante l'occupazione tedesca.

STATI UNITI E CANADA' - Negli Stati Uniti d'America, la Commissione Federale per le Comunicazioni (F.C.C.) ha concesso ai radioamatori l'uso delle bande 20,8 ÷ 21,4 e 41,1 ÷ 42,8 metri corrispondenti a 14,0 ÷ 14,4 e 7,0 ÷ 7,3 MHz. Le frequenze addizionali restano riservate per il momento alle stazioni G. W.

Anche il Canadà ha legalmente autorizzato l'utilizzazione per i radioamatori di queste due bande.

FRANCIA - I radioamatori che prestano servizio nelle Forze armate americane in Francia sono autorizzati ad effettuare le trasmissioni; il loro statuto rimane quello degli amatori della zona americana di occupazione in Germania.

I loro nominativi, in Francia, sono quelli del gruppo F7AA -F7ZZ.

ARGENTINA - Il Sottosegretario alle informazioni presso il Ministero dell'Interno ha pubblicato recentemente una lista dettagliata delle stazioni di radiodiffusione esistenti e progettate in Argentina. In essa sono comprese 63 stazioni, di cui una in costruzione; 1 da 90 kW, 5 da 50 kW, 24 con potenze comprese tra 30 e 10 kW, e 33 con potenze inferiori a 10 kW. È in progetto la costruzione di altre otto stazioni.

Su queste 63 stazioni, 3 (da 10 kW ciascuna) appartengono al Servizio Ufficiale; 11 (2 da 50 kW e 3 da 25-:-10 kW) appartengono alla « Red Argentina de Emisoras Splendid »; 5 (da 1 kW) alla « Radio Belgrano »; 2 (di debole potenza) all'Università di « Littoral » e di « La Plata ». A parte qualche altra Compagnia meno importante, le stazioni rimanenti appartengono a privati.

AUSTRIA - *Legge che impone ai Radioascoltatori Austriaci una tassa speciale a favore dello sviluppo artistico del Paese.*

Il 13 novembre 1946, il pubblico fu avvisato che il Consiglio Nazionale aveva deciso di promulgare una legge ai termini della quale i detentori di apparecchi radio dovranno versare annualmente una tassa che sarà devoluta per lo sviluppo artistico del Paese.

Non è una legge nuova, ma è la ripresa della legge del 5-1-34 e poi soppressa nel 1938.

(Dal Boll. U. I. R. gennaio 1947)

"RADIO NAZIONI UNITE„ E LA SVIZZERA

La delegazione svizzera a New York ed il Segretario Generale dell'ONU Trygve Lie, si sono accordati su una formula soddisfacente concernente « Radio Nazioni Unite ».

L'accordo forma l'oggetto di uno scambio di lettere tra il Consiglio Federale e Trygve Lie.

In sostanza la Svizzera consente:

1) ad autorizzare le Nazioni Unite ad acquistare, su territorio svizzero, un terreno che loro convenga ed a stabilire qui una nuova stazione radio che loro apparterrà;

2) a cedere alle Nazioni Unite alcune onde corte di radiodiffusione.

Il Consiglio Federale ha precisato che il numero di onde che la Svizzera potrà concedere sarà fissato di comune accordo da un comitato di esperti nominato congiuntamente tra il Governo Svizzero e Tygve Lie. Questo Comitato si riunirà prossimamente a Berna.

NOTE DI REDAZIONE

AI LETTORI, UN ANNO DOPO! Rileggendo la presentazione apparsa nel primo numero di «ELETTRONICA», un anno fa, c'è motivo di rallegrarci. L'intento, accennato fin d'allora, di dare alla Rivista un carattere di seria volgarizzazione, è stato mantenuto. L'interesse degli articoli, la loro chiarezza e semplicità non disgiunte dalla precisione e dal rigore necessari, la tempestività con cui i lettori sono stati messi al corrente sulle novità, sono stati i fattori del progressivo successo e del crescente interesse destato da « ELETTRONICA ».

Oggi « ELETTRONICA » è una delle più apprezzate riviste italiane del genere e certamente la più diffusa. Essa va via via affermandosi anche all'estero e la sua diffusione è in continuo sviluppo. Ciò è motivo di grande soddisfazione per la Redazione e in particolare per chi scrive che, con passione e spirito di sacrificio, ha messo tutto l'impegno e si è sobbarcato la maggior parte del lavoro di revisione degli articoli originali, lavoro tanto necessario per dare loro quella omogeneità e quella unità di indirizzo, nella sostanza e nella forma, che sono essenziali per la chiarezza e per dare alla Rivista un « suo stile ».

Gran parte però di questo successo è anche dovuto alla fiducia che la Rivista ha trovato subito in una vasta cerchia di amici e di lettori che, con i loro consigli, con le loro critiche benevoli e sostanziali e, soprattutto con l'invio di contributi di ogni genere (articoli, recensioni, notizie, ecc.) hanno contribuito in misura davvero essenziale alla buona riuscita della nostra iniziativa. A tutti questi collaboratori, diretti e indiretti, la cui cerchia speriamo vada continuamente allargandosi, rivolgiamo il più vivo ringraziamento e l'invito di voler continuare a sostenerci e ad inviarci i loro lavori.

Purtroppo tutti gli sforzi per far uscire i numeri di « ELETTRONICA » con puntualità non sono stati sufficenti per impedire un ritardo complessivo di circa due mesi. Le cause sono note e comuni a tutti (mancanza di energia elettrica, difficoltà nei rifornimenti della carta, ecc.) e ben più gravi ritardi si notano in tutte le altre riviste del genere che non riescono a tenere il loro ritmo neppure ricorrendo alla pubblicazione di numeri doppi, tripli e perfino quadrupli. Non ci vogliamo servire dell'esempio dato da queste riviste per rassegnarci e disarmare contro le difficoltà e nutriamo fiducia, non solamente di riprendere prestissimo un ritmo regolare, ma di poter riguadagnare il tempo perduto.

D. G.

IL BETATRONE (*)

dott. ing. VALENTINO ZERBINI
dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale
Galileo Ferraris di Torino

SOMMARIO. - Dopo aver esposto i fondamenti dell'accelerazione ad induzione elettromagnetica degli elettroni, si passano in breve rassegna le principali caratteristiche costruttive del più importante apparecchio che utilizza questo principio; il «betatrone». Si accenna infine alle sue applicazioni attuali ed ai prevedibili sviluppi.

1. Generalità sulla accelerazione degli elettroni.

La possibilità di ottenere particelle materiali elementari, ed in particolare elettroni, dotati di grandissima energia cinetica ha permesso lo sviluppo di notevoli ricerche interessanti la fisica, la biologia e l'ingegneria. In pochi anni quelle che già erano considerate elevate energie specifiche sono state largamente superate in una specie di corsa sempre più rapida causata dal moltiplicarsi dei fenomeni di grande interesse che si ottengono col raggiungimento di livelli energetici più elevati.

E' noto che per ottenere elettroni dotati di grande energia cinetica essi vengono fatti accelerare dalla forza su di essi agente quando si trovano in un campo elettrico. L'energia cinetica W che l'elettrone raggiunge alla fine del suo percorso nel campo (1) dopo avere complessivamente superata una differenza di potenziale V, è:

$$W = eV, \qquad [1]$$

($e = 0{,}16 \cdot 10^{-18}$ C, carica elettrica dell'elettrone).

Per ricavare dall'energia cinetica la velocità finale u dell'elettrone, occorre tener conto che la sua massa, come si deduce dalla teoria della relatività, cresce con la velocità; si ottiene allora (2):

$$u = c\sqrt{1 - \frac{1}{\left(\frac{eV}{m_0 c^2}+1\right)^2}} = 299{,}8 \cdot 10^6 \sqrt{1 - \frac{1}{(1{,}957 \cdot 10^{-6}\, V + 1)^2}} \qquad [2]$$

($c = 299{,}8 \cdot 10^6$ m/sec, velocità della luce; $m_0 = 0{,}91 \cdot 10^{-30}$ kg, massa di quiete dell'elettrone); quest'ultima espressione mostra che, con l'aumentare della tensione acceleratrice, la velocità degli elettroni si approssima asintoticamente a quella della luce (Tabella I).

Un flusso di elettroni che incida su un bersaglio formato da un elemento di elevato peso atomico (per esempio, tungsteno) dà origine oltre che

TABELLA I. - Rapporto fra velocità degli elettroni e velocità della luce per varie tensioni acceleratrici.

V (V)	u/c
10^5	0,55
10^6	0,941
10^7	0,9988
10^8	0,999987
10^9	0,99999987

allo spettro a righe caratteristico dell'elemento, ad uno spettro continuo di radiazioni elettromagnetiche (raggi X, raggi γ); quest'ultimo spettro possiede una lunghezza d'onda minima che, secondo Duane e Hunt, è inversamente proporzionale alla tensione acceleratrice:

$$\lambda = 1{,}238 \cdot 10^{-6} / V \text{ metri}; \qquad [3]$$

le lunghezze d'onda più corte, che hanno la massima penetrazione, si raggiungono quindi con le tensioni più elevate.

Il metodo intuitivamente più semplice per accelerare elettroni è quello di far loro percorrere un cammino rettilineo fra un catodo emittente gli elettroni stessi ed un anodo, dentro un tubo a vuoto; ciò porta alla necessità di disporre di un generatore capace di fornire l'intera tensione acceleratrice e di un tubo a vuoto capace di sopportarla; non appena la tensione diventi considerevole (qualche megavolt), le dimensioni di questi elementi diventano proibitive. In particolare al van de Graaff si deve un tipo di generatore elettrostatico che ha permesso di raggiungere la tensione di circa 5 megavolt e di accelerare con essa elettroni.

Un passo importante è stato compiuto quando la accelerazione di particelle si è potuta ottenere a gradini facendo ad esse percorrere ripetutamente la stessa differenza di potenziale acceleratrice incurvandone la traiettoria a mezzo di un campo magnetico.

Nel ciclotrone (3), con cui il Lawrence fece la prima notevole pratica applicazione di questo principio, le particelle da accelerare percorrono una traiettoria spiraliforme passando dall'una all'altra di due scatole semicilindriche affacciate a breve distanza; fra queste è applicata una tensione alternata i cui massimi coincidono coi passaggi delle particelle dall'una all'altra scatola; durante questi passaggi avviene la accelerazione.

Il ciclotrone è ormai stato costruito in numerosi esemplari di cui uno, attualmente in via di completamento a Berkeley, Cal., U. S. A., di proporzioni notevolissime (il suo elettromagnete ha una massa di 4 000 000 kg).

Il ciclotrone però, contrariamente a quanto parrebbe intuitivamente, non consente, a causa della variabilità relativistica della massa, che in misura molto limitata l'accelerazione di elettroni. Infatti nell'apparecchio le successive spire della traiettoria possono essere sincrone con il campo elettrostatico oscillante solo se la velocità della particella cresce linearmente con l'impulso ricevuto. Ciò non avviene a causa dell'aumento della massa; ad ogni mezzo giro la particella ritarda sempre di più rispetto al massimo del campo elettrostatico finchè la particella finisce con l'attraversare lo spazio, fra cui è applicata la tensione, proprio nell'istante in cui tale tensione passa per zero; raggiunta tale condizione non si ha più alcuna accelerazione.

Per gli elettroni, che sono le particelle di massa più piccola, e che quindi a parità di energia raggiungono una velocità più elevata, il fenomeno si presenta già in modo notevole per energie relativamente piccole, quindi il ciclotrone, mentre raggiunge energie specifiche molto elevate (oltre 100 MV) per particelle pesanti, non può accelerare elettroni che ad energie specifiche ridotte (al massimo 50 000 V).

Si è però ritenuto opportuno accennare al ciclotrone anche a proposito di accelerazione di elettroni, poichè esso è il più importante apparecchio in cui si pratica la accelerazione ciclica.

2. - L'accelerazione per induzione.

Durante questi ultimi anni è stato sviluppato un tipo di acceleratore per elettroni che utilizza non più una differenza di potenziale elettrostatica, bensì una forza elettromotrice generata per induzione da un flusso variabile, concatenato con l'orbita elettronica.

L'idea primitiva di un acceleratore a induzione sembra sia dovuta all'elettrotecnico statunitense J. Slepian che nel 1922 suggerì il principio di un apparecchio che non fu però costruito; altri ricercatori si occuparono dell'argomento, fra essi è da citare il tedesco R. Wideröe che, nel 1928, stabilì la condizione necessaria (vedi in seguito formula [9]) per ottenere un'orbita elettronica di equilibrio.

Il primo acceleratore a induzione di carattere effettivamente pratico fu però costruito e descritto nel 1941 dal fisico statunitense D. W. Kerst; questi ed altri ricercatori hanno poi ampiamente sviluppata la teoria e la costruzione di questo tipo di apparecchio che è oggi universalmente conosciuto sotto il nome di «betatrone».

Schematicamente il betatrone è costituito da un tubo a vuoto in cui gli elettroni possono muoversi su una traiettoria circolare (figura 1) disposta nel traferro di un elettromagnete generante un campo magnetico variabile; il campo magnetico è simmetrico rispetto all'asse e rispetto al piano dell'orbita elettronica, quindi ha la stessa intensità in tutti i punti dell'orbita ed è diretto normalmente in tutti i punti del piano dell'orbita stessa.

Con queste ipotesi l'orbita può essere una circonferenza se le relazioni di intensità e di verso fra campo magnetico e velocità sono tali che alla forza di inerzia centrifuga faccia equilibrio una forza elettromagnetica centripeta; ciò è possibile in quanto quest'ultima è normale al piano determinato dall'intensità di campo magnetico e dalla velocità e quindi può essere diretta verso il centro dell'orbita.

Si supponga ora di far crescere nel traferro l'intensità del campo, mantenendone sempre simile la distribuzione; aumenta anche il flusso concatenato con la predetta circonferenza e lungo essa si ha una forza elettromotrice indotta $-d\varphi/dt$ la quale agisce sugli elettroni aumentandone l'energia cinetica e la velocità e quindi la forza centrifuga; simultaneamente però è anche cresciuto il campo in corrispondenza della traiettoria elettronica con conseguente aumento della forza di origine elettromagnetica diretta verso il centro della traiettoria; si comprende quindi come con opportune condizioni quantitative sia possibile far sì che gli elettroni, pure aumentando la loro velocità si conservino sempre in moto su una stessa circonferenza.

Non potendo il flusso variare sempre indefinitamente nel medesimo senso, si deve periodicamente farlo ritornare al valore iniziale; occorre quindi anche periodicamente iniettare elettroni sull'orbita all'inizio dell'aumento di flusso ed estrarli alla fine dell'accelerazione stessa; in definitiva all'uscita del betatrone si otterrà non un flusso continuo, ma dei fiotti periodici di elettroni.

3. - Condizioni quantitative per accelerazione a induzione.

Affinchè l'orbita degli elettroni si mantenga su una determinata circonferenza di raggio costante r è necessario che in ogni istante si abbia equilibrio fra la forza centrifuga, diretta radialmente verso

(1) Se si pone, come usualmente usano i fisici, la carica dell'elettrone uguale all'unità e si misurano le tensioni in volt, le energie cinetiche vengono misurate in volt-elettrone (1 volt-elettrone = $0.16 \cdot 10^{-18}$ joule).

(2) Per la derivazione di queste espressioni vedi per esempio: E. PERSICO: *Introduzione alla fisica matematica* - N. Zanichelli, Bologna, 1941, paragrafi 184, 185, 186.

(*) Pervenuto alla redazione il 14-12-46.

(3) Si veda, ad esempio: P. M. COLLA: *Il ciclotrone.* «L'Elettrotecnica», XXXVI, 1945, p. 19÷25 e 40÷45.

l'esterno, e la forza elettromagnetica (4), diretta verso il centro:

$$[4] \qquad m_u \Omega^2 r = \mu_0 H(t) e \Omega r$$

(m_u, massa dell'elettrone alla velocità $u = \Omega r$; μ_0, permeabilità magnetica dello spazio libero; $H(t)$, valore istantaneo dell'intensità di campo magnetico in corrispondenza dell'orbita elettronica; Ω, valore istantaneo della velocità angolare degli elettroni).

La velocità angolare degli elettroni si calcola ricordando che la variazione di impulso, dovuta al campo elettrostatico tangenziale $\mathcal{E}$, è uguale alla variazione della quantità di moto:

$$[5] \qquad e\,\mathcal{E}\,dt = r\,d(m_u \Omega).$$

A sua volta il campo elettrostatico tangenziale è uguale al rapporto fra forza elettromotrice di induzione e percorso degli elettroni:

$$[6] \qquad \mathcal{E} = \frac{d\varphi(t)}{dt} \cdot \frac{1}{2\pi r}$$

($\varphi(t)$, valore istantaneo del flusso concatenato con l'orbita elettronica); quindi:

$$[7] \qquad e \frac{1}{2\pi r} \frac{d\varphi(t)}{dt} dt = r\,d(m_u \Omega);$$

dalla integrazione si ottiene:

$$[8] \qquad m_u \Omega - m_0 \Omega_0 = \frac{e}{2\pi r^2}\left[\varphi(t) - \varphi(0)\right]$$

Si supponga che, all'istante dell'inizio del processo di accelerazione siano nulli la velocità angolare Ω_0 ed il flusso concatenato $\Phi(0)$, si colleghi la relazione [4] con la [8], si ottiene infine:

$$[9] \qquad \varphi(t) = 2\pi r^2 \mu_0 H(t).$$

Questa relazione, che è quella fondamentale per il funzionamento del betatrone, indica che in ogni istante il flusso concatenato con la traiettoria elettronica, dev'essere il doppio di quello [$\pi r^2 \mu_0 H(t)$ che si avrebbe se il campo magnetico fosse dovunque uniforme e di intensità uguale a quella che si ha in corrispondenza della traiettoria; inoltre questa condizione di equilibrio è indipendente dalla massa dell'elettrone per cui non sono a temersi le limitazioni dovute alla variabilità di tale massa, già accennate per il ciclotrone.

Oltre all'esistenza dell'equilibrio, deve aversi anche la stabilità dell'equilibrio stesso; infatti non solo è necessario che l'elettrone non tenda ad allontanarsi dalla sua orbita per eventuali piccole perturbazioni o irregolarità del campo, ma anche che, essendo stato necessariamente iniettato in un punto situato sull'orbita, tenda rapidamente ad essa in modo che anche dopo un solo giro l'elettrone iniettato non collida con l'apparecchio di iniezione.

La condizione per la stabilità può scomporsi in due relative alla stabilità in direzione assiale ed in direzione radiale.

(4) V. per es.: E. Persico - op. cit. - paragrafo 132.

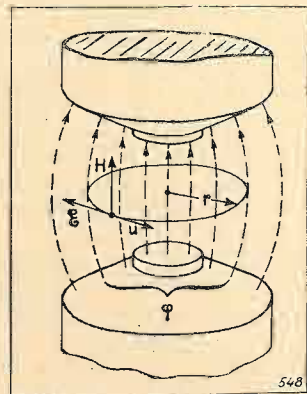



Fig. 1 - Principio di funzionamento del betatrone. Per ottenere la stabilità dell'orbita occorre che il campo assuma una configurazione particolare a forma di bariletto.

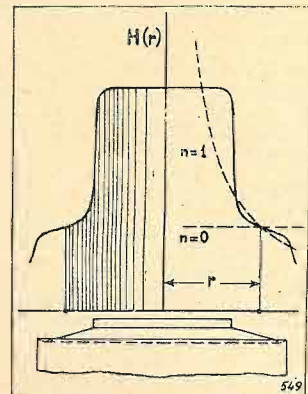



Fig. 2 - Distribuzione della intensità del campo magnetico nel piano dell'orbita elettronica e corrispondente forma schematica della espansione polare.

Per la stabilità in direzione assiale, l'intensità di campo deve diminuire procedendo dall'interno verso l'esterno, in modo che la configurazione del campo sia del tipo a bariletto (figura 1); infatti in tal caso, supponendo che un elettrone esca dal piano dell'orbita, trova una componente radiale del campo diretta verso l'asse dell'orbita, la quale tende appunto ad incurvarne la traiettoria verso l'orbita di equilibrio.

Per la stabilità in direzione radiale, l'intensità di campo nell'interno dell'orbita deve diminuire in funzione del raggio con legge meno rapida della proporzionalità inversa al raggio stesso; infatti allora supponendo che un elettrone si trovi spostato per esempio un poco verso l'interno si concatenerà con un flusso eccessivo per la condizione [9] tendendo di nuovo a spostarsi verso l'esterno e viceversa.

Le due precedenti condizioni sono anche sintetizzabili ponendo che il campo in funzione del raggio, nell'intorno dell'orbita di equilibrio vari con una legge iperbolica del tipo:

$$[10] \qquad H(r) = kr^{-n} \quad \text{dove} \quad 0 < n < 1.$$

Infatti per la stabilità dell'equilibrio in senso assiale deve aversi $n > 0$ e per la stabilità dell'equilibrio in senso radiale deve aversi $n < 1$. In definitiva, per soddisfare le condizioni [9] e [10] nonchè altre di pratica convenienza, il campo magnetico nel piano dell'orbita deve essere (figura 2) alquanto più intenso nella zona centrale ed avere, in una zona anulare adiacente all'orbita, una minore intensità ed una opportuna pendenza; tale andamento spiega la forma del traferro degli elettromagneti per betatrone.

Il valore dell'esponente n stabilisce anche le frequenze con cui gli elettroni oscillano intorno all'orbita di equilibrio quando ne siano stati inizialmente allontanati. Di grande importanza è lo smorzamento di dette oscillazioni, poichè da esso dipende appunto la possibilità di iniettare gli elettroni fuori dell'orbita senza che dopo il primo giro

essi collidano con l'iniettore. Senza entrare in dettagli si accenna al fatto che lo smorzamento per giro è proporzionale al rapporto $\Delta V/V$ fra la forza

TABELLA II. - Caratteristiche principali di alcuni betatroni.

W/e (MV)	r (m)	Frequenza (Hz)	Potenza (kW)	Potenza apparente (kVA)	Massa (kg)	Dimensioni (m³)
2,3	0,075	600	4	200	150	0,5 × 0,15 × 0,25
20	0,19	180	26	1750	3500	1,5 × 0,9 × 0,9
100	0,90	60	200	50000	130000	4,5 × 2,5 × 2

elettromotrice per giro ed il valore di tensione che complessivamente ha accelerato l'elettrone fino all'istante considerato.

Ne segue la necessità di avere un valore sufficientemente elevato della tensione ΔV per giro il che in definitiva porta alla necessità che per magneti di piccole dimensioni occorre elevare la frequenza di funzionamento e viceversa (Tabella II).

L'energia per unità di carica posseduta dagli elettroni alla fine della loro accelerazione nel betatrone è data da:

$$[11] \qquad \frac{W}{e} \cong \frac{c\varphi}{2\pi r} - \frac{m_0 c^2}{e} = 47{,}7 \cdot 10^6 \frac{\varphi}{r} - 0{,}51 \cdot 10^6 \text{ volt},$$

essendo φ il valore finale del flusso concatenato con l'orbita elettronica.

4. Attuazione pratica del betatrone.

Come si è detto, il betatrone funziona in modo pulsante accelerando gli elettroni a successivi « pacchetti »; il campo magnetico deve variare in modo periodico e precisamente, per ovvie ragioni pratiche, la più semplice maniera di ottenere questo risultato è di alimentare l'elettromagnete con corrente alternata.

Il ciclo di funzionamento si può così descrivere facendo riferimento (figura 3) alla sinusoide che rappresenta il campo $H(t)$ e in altra scala, il flusso $\varphi(t)$. All'inizio dei valori positivi del campo,

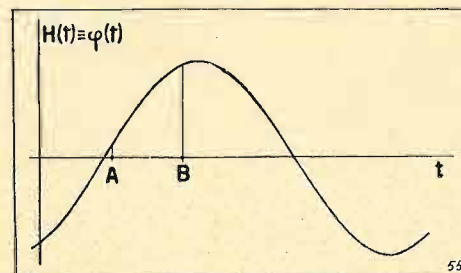



Fig. 3 - Ciclo di funzionamento. Nell'istante A gli elettroni vengono iniettati e dopo aver compiuto centinaia di migliaia di rivoluzioni sull'orbita di equilibrio vengono estratti nell'istante B.

nell'istante A, vengono iniettati gli elettroni; essi, dopo alcune oscillazioni smorzate, si portano sull'orbita di equilibrio sulla quale seguitano a girare percorrendo numerosissime (dell'ordine di centi-

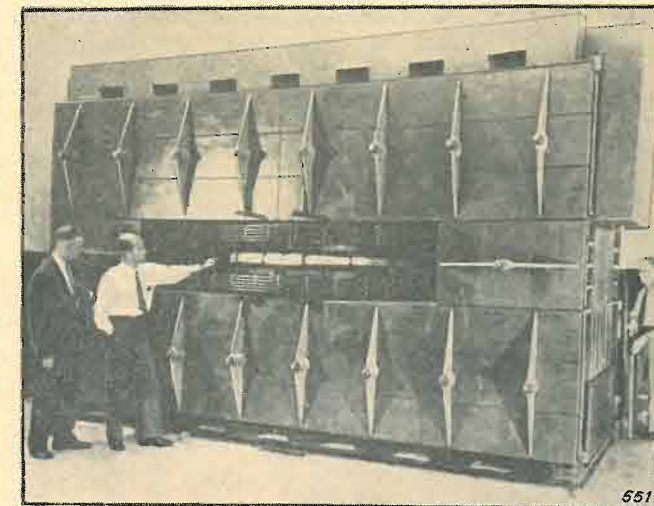



Fig. 4 - Veduta esterna del betatrone da 100 MV. Si notano nella parte centrale le bobine magnetizzanti e la camera a vuoto; perifericamente sono disposti condotti ed aperture per la ventilazione forzata.

naia di migliaia) rivoluzioni per tutto il tempo per cui il flusso concatenato va crescendo; in prossimità del massimo, nell'istante B, si esegue l'estrazione degli elettroni mandandoli a battere su di un bersaglio dal quale ha origine la radiazione di raggi X.

L'elettromagnete (figura 4) è del tipo a mantello con l'asse del traferro verticale; essendo alimentato a corrente alternata è costituito di ferro la-

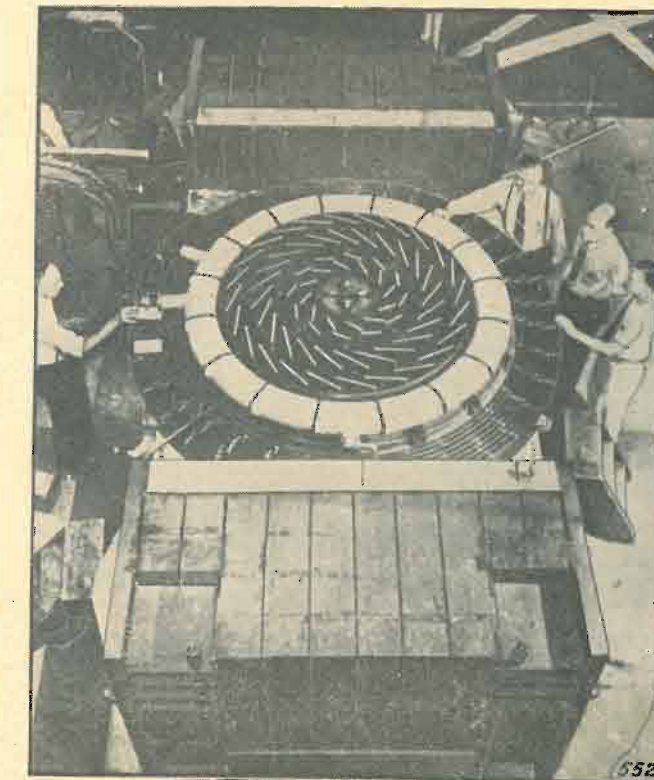



Fig. 5 - Vista della espansione polare e del tubo a vuoto del betatrone da 100 MV. La parte superiore del betatrone è stata sollevata; si nota l'espansione polare laminata quasi radialmente e munita di feritoie per la circolazione dell'aria refrigerante.

minato (figura 5) e i conduttori dell'eccitazione sono anche fortemente suddivisi per ridurre le perdite per correnti parassite; i tipi maggiori sono raffreddati con aria soffiata.

L'elettromagnete, avendo un forte traferro, assorbe corrente con fattore di potenza estremamente basso (dell'ordine di 0,01); esso è perciò posto permanentemente in parallelo con una capacità (batteria di condensatori) in modo che, alla frequenza

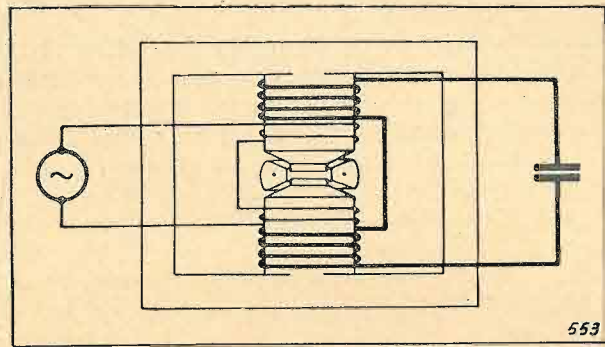



Fig. 6 - Circuito di alimentazione. Il generatore che fornisce la potenza attiva e la batteria di condensatori che fornisce la potenza reattiva alle bobine magnetizzanti principali, sono accoppiati induttivamente.

di funzionamento, il complesso elettromagnete-condensatori sia in risonanza; l'alimentazione è fatta connettendo il generatore ai capi del complesso elettromagnete-condensatori, oppure, se la tensione non ha il valore opportuno, si usa dello stesso elettromagnete come trasformatore, alimentandolo con due bobine distinte prossime a quelle principali (figura 6) oppure su prese intermedie.

La camera a vuoto, in cui avviene la accelerazione degli elettroni, è in pirex, di forma toroidale; nei piccoli modelli è di un solo pezzo, in quelli più

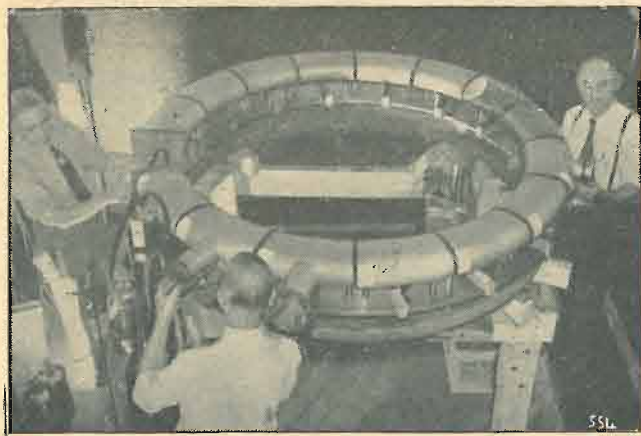



Fig. 7 - Tubo a vuoto del betatrone da 100 MV in corso di montaggio. E' costituito da 16 segmenti di pirex riuniti con mastice; alcuni segmenti portano appendici per l'iniettore, il bersaglio e le connessioni delle pompe a vuoto.

grandi, date le difficoltà di lavorazione è costituita da parti riunite insieme con mastice (figura 7).

La camera ha internamente una leggera metallizzazione di argento o grafite, collegata a terra, per evitare effetti perturbatori dovuti a cariche statiche. Nell'interno della camera trovano posto: un cannone elettronico per l'emissione ed un bersaglio per l'arresto degli elettroni.

Il cannone elettronico, disposto all'esterno dell'orbita, è della massima semplicità; consta di un filamento emittente, un semicilindro concentratore e di un anodo costituito da una scatoletta di sottile lamiera, munita di una fenditura verticale.

Il bersaglio è costituito da un filo o da una pastiglia di tungsteno; esso può essere sostenuto dal predetto anodo a scatola se, per l'estrazione, l'orbita viene espansa, oppure sostenuto a parte in caso contrario.

Da questo bersaglio hanno origine i raggi X, in un fascio di piccola apertura (pochi centesimi di radiante) diretto in prosecuzione del moto degli elettroni urtanti.

L'iniezione degli elettroni nel primo modello di Kerst non veniva comandata, ma si lasciava applicata fra catodo e scatola dell'iniettore una differenza di potenziale costante (circa 200 ÷ 600 V), si notò però che gli elettroni che escono dall'iniettore dopo che il processo di accelerazione è cominciato perturbano la rotazione di quelli già in moto, diminuendo l'intensità del fascio ottenibile.

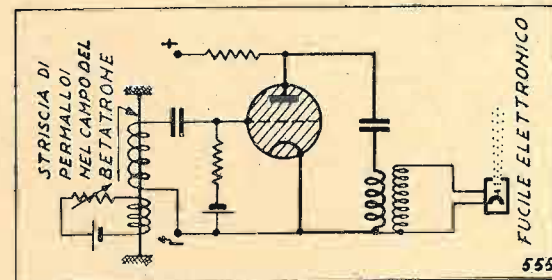



Fig. 8 - Generatore di impulsi per la iniezione degli elettroni.

Nei modelli più recenti l'iniezione viene quindi sempre comandata applicando all'anodo dell'iniettore un impulso di tensione assai breve (dell'ordine di qualche decina di microsecondi); un circuito tipico per tale scopo (figura 8) ottiene l'impulso al secondario di un trasformatore in aria il cui primario è percorso dalla scarica di un condensatore attraverso un tiratron; il comando del tubo è fatto molto agevolmente disponendo una sottile striscia di permalloi fra le espansioni polari dell'elettromagnete; dati i forti campi esistenti, essa praticamente all'atto del passaggio per zero del campo passa dall'intensità di magnetizzazione di saturazione in un senso a quella in senso opposto e può quindi dare un brevissimo impulso di tensione in una bobina su essa avvolta. Con una seconda bobina eccitata con corrente continua si può anche spostare la fase dell'impulso dando una polarizzazione magnetica base alla striscia.

L'estrazione degli elettroni viene fatta distruggendo in qualche modo la condizione fondamentale di equilibrio.

Nei piccoli esemplari ciò si ottiene semplicemente lasciando saturare la parte centrale delle espansioni polari in cui il campo è più intenso, facilitando ciò col costituire detta parte con due dischi di ferro polverizzato aventi una scarsa intensità di magnetizzazione di saturazione.

In tal modo il flusso $\varphi(t)$ da un certo momento in poi viene a crescere con legge più lenta di quella

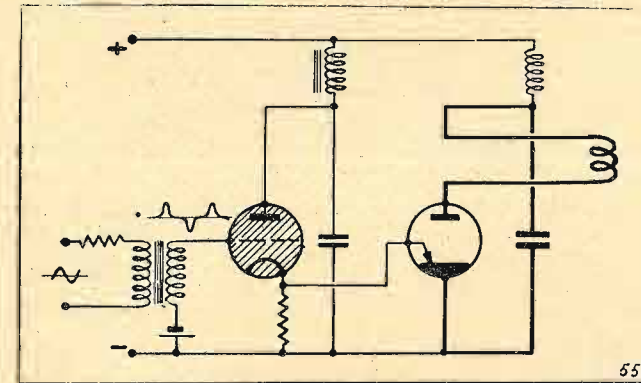



Fig. 9 - Generatore di impulsi per la estrazione degli elettroni.

del campo periferico $H(t)$, allora gli elettroni si portano su orbite di raggio sempre più ristretto finchè battono contro il bersaglio di tungsteno, che in tal caso deve essere posto internamente all'orbita.

Negli esemplari più perfezionati di betatrone l'estrazione si effettua variando, con un impulso di corrente percorrente opportune bobine, il flusso nella parte centrale del traferro dell'elettromagnete. Il verso di questo flusso addizionale può essere concorde o discorde con quello del flusso principale, con possibilità di disporre il bersaglio all'esterno o all'interno dell'orbita elettronica. In tale caso l'impulso di corrente viene fornito da un circuito (figura 9) in cui un condensatore si scarica attraverso un ignitron [5]; questo, mediante un thyratron, è comandato dalla tensione fornita da un trasformatore a nucleo saturo, alimentato, attraverso un variatore di fase, dalla stessa sorgente di alimentazione dell'elettromagnete principale.

Attualmente sono già stati costruiti, prima per opera del Kerst, poi per opera di altri tecnici appartenenti ai laboratori della General Electric Company, vari betatroni di cui si riassumono (Tabella II) le caratteristiche dei tre di essi di cui si hanno notizie più estese.

Particolarmente notevole è il modello da 100 MV (figure 4, 5 e 7) che è il più grande attualmente costruito e che è già in certo senso un apparecchio di costruzione normale adatto per scopi industriali. La sua considerevole mole ha reso necessaria una costruzione apposita per ospitarlo insieme ai servizi ausiliari di alimentazione, raffreddamento, vuotatura, ecc.

Per quanto il betatrone in genere sia un apparecchio di regolazione poco critica per quanto riguarda la traiettoria elettronica, e ciò specialmente quando esso sia di grandi dimensioni, pure appare economicamente poco conveniente la sua costruzione per energie specifiche maggiori di 100 MV; per oltrepassare questo limite si stanno progettando altri apparecchi (si veda il paragrafo 6).

(5) Si ricorda che l'ignitron è un tubo a vapori di mercurio a catodo freddo in cui l'elettrodo di comando (ignitore) è una punta di carborundum immersa nel pozzetto di mercurio; quando fra ignitore e pozzetto si applica una tensione positiva opportuna si ha, pare, una piccola scarica che innesca la formazione della macchia catodica iniziando perciò il passaggio di corrente nel tubo. Caratteristica precipua degli ignitron è che, non contenendo parti delicate, come le griglie, permettono il passaggio di correnti di punta molto elevate.

5. Applicazioni del betatrone.

Le applicazioni del betatrone dipendono dalla possibilità di utilizzazione delle radiazioni elettromagnetiche di cortissima lunghezza d'onda che esso può emettere, generate dall'urto degli elettroni contro un bersaglio di un elemento di elevato peso atomico. La relazione [3] fissa la minima lunghezza d'onda prodotta da particelle possedenti una certa energia cinetica.

Com'è noto, le radiazioni di lunghezza d'onda più brevi fino ad ora conosciute sono alcuni tipi di raggi gamma di cui i più corti corrispondono ad una lunghezza d'onda di circa $0{,}5 \cdot 10^{-6}$ m, cioè ad una energia specifica degli elettroni che li generano di circa 2,5 MV. La « radiazione penetrante » pur tuttora discussa nella sua essenza, si presume contenere radiazioni elettromagnetiche la cui lunghezza d'onda dovrebbe essere dell'ordine di $0{,}01 \cdot 10^{-6}$ m cioè corrispondente ad energie di oltre 100 MV.

Come si vede quindi il betatrone apre la possibilità di produrre in laboratorio non solo radiazioni del tipo « gamma », le quali già d'altronde potevano venir studiate con relativa comodità, ma anche radiazioni del tipo « penetrante » per il cui

Fig. 10 - Radiografia di un orologio ottenuta attraverso una piastra di acciaio di 100 mm., col betatrone da 100 MV.

studio finora bisognava ricorrere alla disponiblità naturale. Un notevole risultato nello studio di queste ultime radiazioni è stata la produzione artificiale di *mesoni* [6] raggiunta con energie di oltre 50 MV. E' pure da prevedere a mezzo del betatrone lo studio di nuove reazioni nucleari che potranno forse

(6) Particelle di carica unitaria e massa circa 200 m_0, già constatate esistere nella radiazione penetrante.

anche avere ripercussioni tecniche (preferibilmente non distruttive).

L'applicazione tecnica più immediata e di notevolissima importanza è la possibilità di eseguire radiografie di pezzi metallici di dimensioni finora non raggiunte (figura 10); sotto questo punto di vista pare che, tenuto conto del costo, della maneggevolezza e dei risultati che è necessario raggiungere, siano molto convenienti betatroni da circa 20 MV con i quali si possono esaminare piastre di acciaio fino a circa 0,5 m di spessore.

Altre applicazioni si possono prevedere nel campo della biologia, con lo studio dell'effetto di queste radiazioni sopra lo sviluppo e le funzioni delle cellule, dei tessuti e delle specie organiche.

6. Ulteriori sviluppi del betatrone.

Attualmente si cerca anche in molte maniere di ridurre il grande peso e ingombro dell'elettromagnete del betatrone, nonchè di economizzare sulla energia spesa per la sua alimentazione.

I tentativi più importanti sono quelli in cui si è data al betatrone una doppia eccitazione continua ed alternata, spostando così il valore medio del flusso. La eccitazione continua può venire sovrapposta a quella in corrente alternata in un betatrone del tipo normale, usando un circuito (figura 11) contenente due circuiti risonanti (uno in parallelo ed uno in serie) che impediscono che il circuito risonante principale venga messo in corto circuito dalla dinamo a corrente continua e che questa venga percorsa dalla corrente alternata.

Con questa disposizione si consegue una diminuzione di potenza spesa nell'eccitazione; si può anche ottenere una diminuzione nella massa dell'elettromagnete separando le espansioni polari in due parti, una centrale ed una periferica ed eccitandole separatamente con corrente continua ed alternata sovrapposte od anche con correnti alternate sfasate nel tempo; non si entra in particolari su tali disposizioni poichè non sono ancora di uso pratico.

E' stata anche tentata recentemente, in Svezia, la costruzione di un betatrone senza nucleo ferromagnetico; dati i flussi limitati che con esso è possibile ottenere, la sua costruzione è possibile solo per energie limitate (~ 1 MV) a meno di non poter disporre di un generatore di corrente impulsiva periodica di grande intensità.

Oggi si ha anche la possibilità di ottenere dal betatrone, anzichè raggi X, direttamente un fascetto di elettroni, estraendoli a mezzo di opportuni elettrodi deviatori.

La costruzione del betatrone, coronata da notevole successo, ha poi dato origine ad una vera fioritura di altri apparecchi atti ad accelerare elettroni. Di essi degno di particolare menzione appare il sincrotrone. Esso risulta dalla combinazione del betatrone col ciclotrone, cioè dalla accelerazione ad induzione combinata con la accelerazione elettrostatica fatta da un campo sincrono con il moto degli elettroni.

Agli elettroni che sono già stati inizialmente accelerati col procedimento ad induzione fino ad una energia di qualche megavolt, viene applicata, a mezzo di opportuni elettrodi, una tensione oscillante; poichè (si veda la tabella 1) gli elettroni hanno già raggiunta una velocità praticamente uguale a quella della luce, la detta tensione può avere una frequenza costante uguale a $\sim c/2\pi r$; gli elettroni ad ogni giro giungono sempre in corrispondenza pressochè della stessa fase della tensione e vengono da essa mantenuti sull'orbita di equilibrio.

Il campo magnetico in corrispondenza dell'orbita continua a crescere dopo applicata la tensione alternata; si ha allora un aumento dell'energia cinetica senza che sia necessario il concatenamento con un notevole flusso centrale.

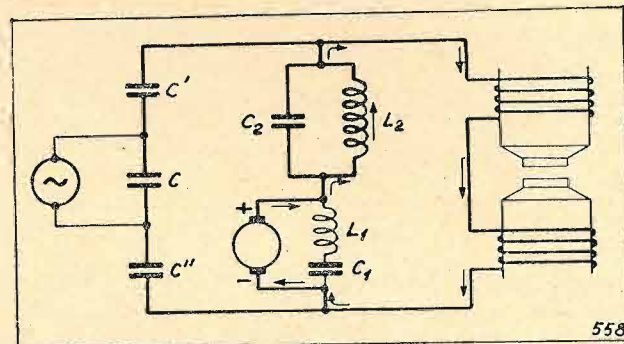



Fig. 11 - Circuito per alimentazione con corrente continua e alternata sovrapposte. Il circuito oscillatorio in serie L_1C_1, in risonanza sulla frequenza del generatore a c.a., è in derivazione sul generatore a c.c. in modo da evitare che la corrente alternata lo attraversi; il circuito oscillatorio ia parallelo L_2C_2, pure in risonanza, ha lo scopo di bloccare la corrente alternata che deve chiudersi sugli avvolgimenti del betatrone e non sulla dinamo; i condensatori C' e C'' bloccano il passaggio della c.c. nel generatore a c.a.; infine la capacità equivalente ai tre condensatori in serie C', C, C'' è quella rifasatrice della c.a. assorbita.

Si riducono così le dimensioni dell'elettromagnete che finora costituivano uno dei principali inconvenienti del betatrone; col sincrotrone si pensa di poter accelerare elettroni fino a 300 MV ed anche oltre.

Centro di Studi per l'Elettrotecnica
del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

BIBLIOGRAFIA

D. W. Kerst: *The Acceleration of Electrons by Magnetic Induction* «Phys. Rev.», LX, 1941, p. 47.

D. W. Kerst: *A 20-Million Volt Betatron or Induction Accelerator* - «Rev. Sc. Instr», XIII, 1942, p. 387.

W. F. Westendorp a. E. E. Charlton: *A 100-Million Volt Induction Electron Accelerator* - «J. Appl. Phys», XVI, 1945 p. 581.

W. F. Westendorp: *The Use of Diret-Current in Induction Electron Accelerators* - «J. Appl. Phys.», XVI, 1945, p. 657.

L. I. Schiff: *Production of Particle Energies Beyond 200 Mev* - «Rev. Sc. Instr.», XVII, 1946, p. 6.

D. W. Kerst: *Historical Development of the Betatron* - «Nature», CLVII, 1946, p. 90.

E. Amaldi e B. Ferretti: *Su due varianti dell'acceleratore a induzione* - «Nuovo Cimento», IX, 1946, n. 3, pag. 22.

O. Wernholm: *Betatronen* - «Tekn. Tidskr.», LXXVI, 1946, p. 209.

J. P. Girard, a. G. D. Adams: *Application of the Betatron to Practical Radiography* - «Trans. A. I. E. E.», LXV, 1946, p. 241.

E. C. Crittenden, a. W. E. Parkins: *Methods for Betatron or Synchrotron Beam Removal* - «J. Appl. Phys., XVII, 1946, p. 444.

MODULAZIONE DI FREQUENZA

IV. TRASMISSIONE (*)

dott. GIULIO GREGORETT
dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale
Galileo Ferraris di Torino

SOMMARIO. Vengono descritti i due tipi classici di trasmettitori a modulazione di frequenza: quello a modulazione diretta di frequenza e quello con modulazione iniziale di fase. Il primo viene analizzato completamente mentre per il secondo, di importanza pratica notevolmente minore, ci si limita alle linee generali. Un capitolo viene dedicato alle antenne per la radiodiffusione con modulazione di frequenza.

1. Introduzione.

In una serie di articoli di questa rivista sono stati già esposti i vantaggi della modulazione di frequenza nella radiodiffusione locale e nelle comunicazioni radio[1]. Sono state descritte anche le apparecchiature di ricezione, nella catena di collegamenti con questa nuova tecnica[2]. Ora si vuole esaminare nelle linee essenziali la costituzione dei trasmettitori.

Un trasmettitore a modulazione di frequenza è alquanto più economico ed efficiente di un trasmettitore a modulazione d'ampiezza che eroghi la medesima potenza, essenzialmente per due ragioni:

1°) la modulazione viene effettuata direttamente sullo stadio pilota così che basta una piccola potenza a bassa frequenza ed i dispositivi di modulazione sono semplici;

2°) gli stadi di potenza possono funzionare tutti in classe C.

A questi vantaggi si oppongono gli svantaggi derivanti dalla presenza di diversi circuiti di regolazione.

Nella trattazione si considerano due tipi di trasmettitori classici: quelli a *modulazione diretta di frequenza,* nei quali la portante viene modulata direttamente in frequenza, e quelli *a modulazione indiretta di frequenza,* nei quali la modulazione in frequenza viene ottenuta attraverso una modulazione di fase. Per i sistemi di modulazione con tubi speciali si rimanda ad un altro articolo di questa rivista[3].

2. Trasmettitori a modulazione diretta di frequenza.

In tali trasmettitori la tensione a bassa frequenza del segnale da trasmettere viene applicata ad un dispositivo modulatore, all'uscita del quale si ottiene una variazione di induttanza (o di capacità) di valore proporzionale all'ampiezza della tensione modulante. Questa variazione di induttanza (o di capacità) viene portata ai capi del circuito oscillatorio principale di un oscillatore pilota la cui tensione risulta così modulata in frequenza. All'oscillatore seguono alcuni stadi di moltiplicazione di frequenza ed infine gli amplificatori di potenza. Salvo casi particolari, l'oscillatore pilota non è comandato da un quarzo e quindi la sua frequenza media tenderebbe a variare (a causa di variazioni delle tensioni di alimentazione, dell'umidità e della temperatura, sia dell'oscillatore pilota, sia del modulatore). Deve perciò essere previsto un dispositivo di regolazione automatica della frequenza.

Schematicamente il trasmettitore può venire rappresentato come in figura 1.

Fig. 1 - Schema generale di un trasmettitore a modulazione diretta di frequenza.

(1) C. Egidi e G. Gregoretti - *Modulazione di frequenza - I. Generalità.* «Elettronica», I, 1946, p. 263.
C. Egidi - *Modulazione di frequenza - II. Composizione spettrale dell'onda modulata.* «Elettronica», I, 1946, p. 312.

(*) Pervenuto alla redazione il 9 - XI - 1946.

(2) C. Egidi - *Modulazione di frequenza - III. Ricezione.* «Elettronica»,I, 1946, p. 392.

(3) G. Dilda - *Tubi e deflessione. Ciclodo-ciclofono-fasitron.* «Elettronica», I, 1946, p. 257.

SCHEMA DI PRINCIPIO	CIRCUITO EQUIVALENTE	R_T	L_T o C_T
		$\frac{1+(\omega RC)^2}{S(\omega RC)^2}$	$C_T=\frac{CRS}{1+(\omega RC)^2}$
		$\frac{1+(\omega RC)^2}{S}$	$L_T=\frac{1+(\omega RC)^2}{\omega^2 RCS}$
		$\frac{R^2+(\omega L)^2}{SR^2}$	$L_T=\frac{R^2+(\omega L)^2}{\omega^2 LRS}$
		$\frac{R^2+(\omega L)^2}{S(\omega L)^2}$	$C_T=\frac{RLS}{R^2+(\omega L)^2}$

Si descriveranno ora le singole parti e per fissar le idee ci si riferirà al caso particolare di una frequenza media dell'oscillatore di 5,5 MHz e di una frequenza di emissione di 99 MHz, quindi compresa nella nuova gamma destinata alla modulazione di frequenza (88-108 MHz).

MODULATORE. Sono stati ideati diversi dispositivi per trasformare una variazione di tensione in una variazione di capacità o di induttanza, ma il più semplice, vantaggioso e comune è il cosiddetto circuito a tubo di reattanza. Questo è costituito da un tubo, per esempio un pentodo come in figura 2, con una impedenza Z_1 derivata fra l'anodo e la griglia di comando ed una impedenza Z_2, con in serie la sorgente di *f. e. m.* di bassa frequenza modulante, disposta fra la griglia di comando ed il catodo. I valori di Z_1 e Z_2 sono tali da produrre una differenza di fase molto prossima a 90° fra la tensione di griglia e quella anodica cosicchè anche la tensione e la corrente anodiche risultano spostate in fase di 90° fra loro e quindi il tubo si comporta come una reattanza. Precisamente l'impedenza equivalente del tubo, è data dalla:

$$Z_T=\frac{V_a}{I_a}=V_a\Big/\frac{\mu\ V_g}{Z+R_a}=\frac{V_a}{S\ V_g}=\frac{Z_1+Z_2}{S\ Z_2}$$

nella quale l'impendenza Z di carico del tubo è molto piccola rispetto alla resistenza interna del tubo R_a. L'impedenza Z_T risulta costituita dal parallelo di una resistenza R_T e di una induttanza L_T o di una capacità C_T (tabella I). Il valore di L_T e di C_T varia con la pendenza S; quindi se il tubo è a pendenza variabile si ottengono variazioni della reattanza dipendenti dalle variazioni della tensione di griglia.

Generalmente si pone per Z_2 una resistenza R (dell'ordine di qualche decina di migliaia di ohm) e per Z_1 una piccola capacità C (dell'ordine di alcuni picofarad).

Nell'esempio sopra considerato (f_c = 99 MHz), per avere una modulazione del 100 % (± 75 kHz) la variazione di induttanza dovrà essere tale da produrre nell'oscillatore una variazione di frequenza di

$$\pm\ 75\cdot\frac{5{,}5}{99}=\pm\ 4{,}2\ \text{kHz}.$$

OSCILLATORE. Non deve avere alcuna caratteristica particolare. Per la frequenza si assumono molto comunemente valori intorno a 5 MHz.

MOLTIPLICATORI. Sono particolari amplificatori distorcenti con il circuito anodico accordato su una armonica della tensione applicata alla griglia. Nell'esempio sopra citato il trasmettitore dovrebbe comprendere un duplicatore e due triplicatori (2 x 3 x 3 = 18, 5,5 x 18 = 99 MHz).

AMPLIFICATORI DI POTENZA. Possono funzionare, come già accennato, in classe *C*, perchè l'ampiezza della tensione è costante. A parte le difficoltà provenienti dalla elevata frequenza di funzionamento, non presentano alcuna singolarità.

REGOLAZIONE AUTOMATICA DELLA FREQUENZA. La tensione proveniente dall'oscillatore pilota viene portata (fig. 1), insieme con quella di un oscillatore a quarzo, ad un mescolatore. La frequenza differenza f_r, posta ad esempio di 1 MHz, opportunamente amplificata passa ad un discriminatore o rivelatore d'errore, che converte ogni deviazione di frequenza rispetto a detto valore in una tensione continua positiva o negativa. Questa tensione serve per polarizzare la griglia di comando del tubo di reattanza, in modo da riportare la frequenza media dell'oscillatore pilota al suo valore iniziale. Se per esempio la frequenza media è aumentata la variazione della polarizzazione dovrà avere un verso tale da aumentare il valore dell'induttanza, o della capacità, del tubo di reattanza e quindi diminuire la frequenza media dell'oscillatore.

Sono generalmente noti due tipi di rivelatori dell'errore di frequenza: il discriminatore d'ampiezza

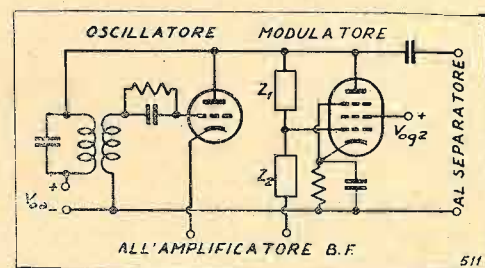



FIG. 2 - Oscillatore; e modulatore a tubo di reattanza.

e il discriminatore di fase. Ad essi si è già accennato in un precedente articolo[4]. È opportuno però ricordare che nella maggior parte delle apparecchiature viene usato i discriminatore di fase perchè è di più facile allineamento e risente meno di accoppiamenti nocivi.

Per avere una correzione della frequenza indipendente dalla modulazione è opportuno che la caratteristica della tensione rettificata in funzione della deviazione di frequenza (caratteristica del discriminatore) (fig. 3) sia rettilinea entro la gamma di modulazione. Quindi se la tensione di confronto proviene direttamente dall'oscillatore la gamma di frequenza entro cui la caratteristica dev'essere lineare è relativamente limitata. Precisamente se l'oscillatore funziona su 5,5 MHz e la frequenza di emissione è di 5,5 x 18 = 99 MHz con una deviazione di frequenza modulante di ± 75 kHz, la caratteristica deve essere lineare entro una gamma leggermente maggiore di 2·75/18 = 8,3 kHz. Se invece la tensione di confronto proviene da uno stadio che segue i moltiplicatori, la caratteristica deve essere lineare entro una gamma un po' superiore a 150 kHz.

Al discriminatore deve seguire un filtro (p. e. del tipo *RC*) con costante di tempo così elevata (per es. 0,1 s) da non lasciar passare le variazioni di tensione dovute alla modulazione di frequenza.

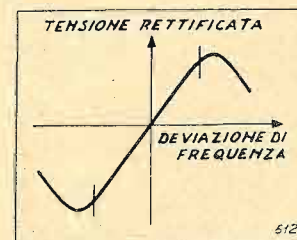



FIG. 3 - Caratteristica del discriminatore.

3. Trasmettitore a modulazione diretta di frequenza.

Tale sistema di modulazione sembra essere caduto in disuso; è però opportuno descriverlo, limitandosi al principio di funzionamento, dato il grande numero di trasmettitori di questo tipo in funzione in America e l'importanza che esso ebbe per lo sviluppo della modulazione di frequenza, principalmente per merito di Armstrong.

Poichè il sistema di modulazione indiretta di frequenza si attua attraverso una modulazione di fase si accenna brevemente anche a questo tipo di modulazione ed alle sue relazioni con la modulazione di frequenza.

Una tensione modulata in frequenza può venir rappresentata da un vettore oscillante, rispetto al vettore della portante di frequenza f_0, di un angolo f_d / f_m con una frequenza f_m, essendo f_d la massima deviazione di frequenza, proporzionale alla cresta V_m della tensione modulante, ed f_m la frequenza della tensione modulante.

Una tensione modulata in fase è rappresentata ancora da un vettore oscillante, rispetto al vettore di frequenza f_0 sempre con una frequenza f_m, ma di un angolo proporzionale soltanto a V_m (fig. 4).

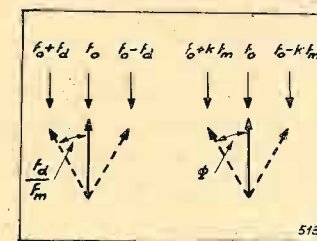



FIG. 4 - Rappresentazione vettoriale della modulazione di frequenza e di quella di fase.

Analiticamente le espressioni delle onde nelle due modulazioni sono:

$$[1]\qquad v = V\cos\left(\omega_0 t + \frac{f_d}{f_m}\,\text{sen}\ \omega_m t\right)$$

$$[2]\qquad v = V\cos\left(\omega_0 t + \Phi\cos\ \omega_m t\right)$$

essendo $\omega_m = 2\pi f_m$; $\omega_0 = 2\pi f_0$; f_d e Φ proporzionali a V_m.

Nei trasmettitori a modulazione indiretta di frequenza, la frequenza f_0, fornita da un oscillatore a quarzo, viene portata a due circuiti. Nel primo, che funziona da modulatore di ampiezza bilanciato (in basso nella fig. 5), arriva anche la tensione modulante (con le ampiezze delle singole componenti ridotte proporzionalmente al valore della frequenza, mediante un opportuno circuito). All'uscita si ottengono soltanto le due bande laterali. Queste risultano inoltre sfasate di 90° rispetto alla portante per la presenza dei due condensatori C_1 e C_2. Esse vengono amplificate dal tubo T_4 al quale perviene, attraverso il secondo canale, anche la tensione portante dell'oscillatore. E' noto, e qui non si dimostra, che la composizione della portante con due bande laterali di ampiezza piccola e sfasate di 90° rispetto alla portante, equivale ad una modulazione di fase. L'onda modulata in fase è di tipo particolare perchè l'ampiezza della tensione all'entrata del modulatore è inversamente proporzionale alla frequenza della medesima tensione; quindi il corrispondente angolo Φ della [2] non è soltanto proporzionale alla ampiezza della tensione a bassa frequenza originaria, ma anche inversamente proporzionale alla frequenza; quindi, confrontando la [2] con la [1], si vede subito che la tensione risultante è modulata in frequenza.

La deviazione di frequenza che si ottiene è molto piccola, così che per raggiungere una deviazione finale $f_{d\max}$ = ± 75 kHz è necessaria una moltiplicazione di circa 3000 volte, molto maggiore di quella necessaria per raggiungere il valore finale di f_0. Per ridurre la frequenza della portante si devono inserire

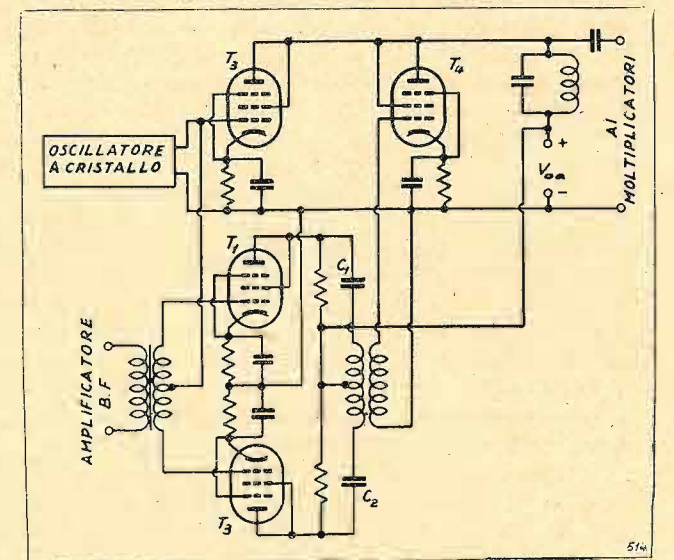



FIG. 5 - Modulatore per modulazione indiretta di frequenza.

(4) Loco citato nella nota (2).

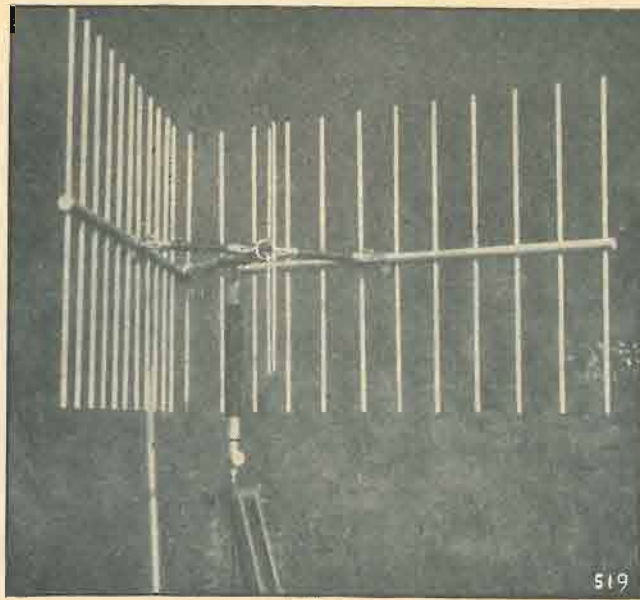



Fig. 6 - Antenna direttiva.

quindi nella serie dei moltiplicatori anche stadi convertitori di frequenza.

Il vantaggio principale di questo sistema di modulazione sta nella grande stabilità di frequenza dovuta all'oscillatore a quarzo. D'altro canto si hanno gli svantaggi del grande numero di stadi moltiplicatori e convertitori e della necessità di dispositivi per ridurre i disturbi, principalmente quelli introdotti dalla modulazione d'ampiezza collegata alla modulazione di fase.

4. Antenne.

Le antenne più diffuse sono semplici dipoli o combinazioni di dipoli.

Nei collegamenti si utilizzano sistemi di antenne con diagramma di irradiazione direttivo che permettono di concentrare in un fascio molto stretto l'energia irradiata. In tal modo si possono stabilire collegamenti sicuri con potenza molto modesta. Tali sistemi irradianti possono essere costituiti da un dipolo con riflettore parabolico o a libro (fig. 6) e da cortine di dipoli con eventuali riflettori.

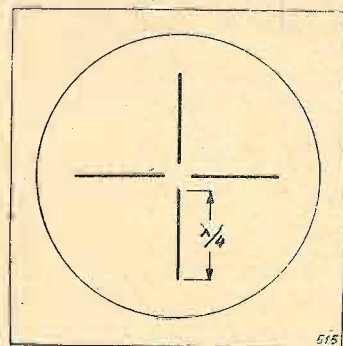



Fig. 7 - Diagramma orizzontale di irradiazione di due dipoli orizzontali normali fra di loro ed alimentati con correnti sfasate di 90°.

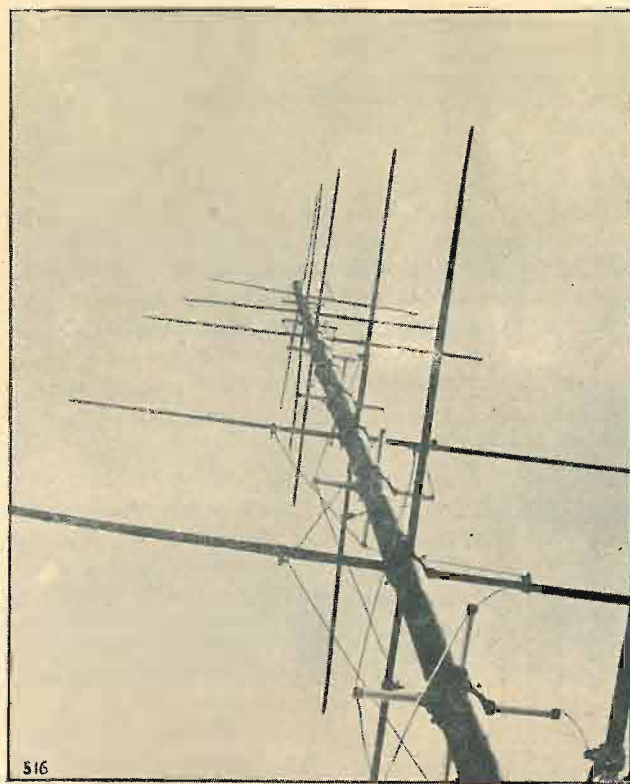



Fig. 8 - Antenna «turnstile».

Nella radiodiffusione si utilizzano invece antenne con diagramma di irradiazione orizzontale, circolare. Inoltre si preferisce la polarizzazione orizzontale delle onde elettromagnetiche emesse, specialmente dal punto di vista della riduzione dei disturbi; infatti è stato constatato sperimentalmente che la maggior parte dei disturbi prodotti dagli automezzi sono polarizzati verticalmente. Molto nota è la disposizione di due dipoli orizzontali e normali fra di loro, alimentati con correnti sfasate di 90°; in tal modo si ottiene un diagramma di irradiazione circolare (fig. 7) nel piano dei dipoli. Nel piano verticale l'antenna presenta direttività: i valori del campo variano secondo cos β, dove β è l'angolo formato dalla direzione considerata col piano orizzontale. Questa direttività può venir notevolmente aumentata disponendo diverse di tali coppie di dipoli l'una sopra l'altra approssimativamente alla distanza di mezza lunghezza d'onda. Si ottengono così le cosiddette antenne «turnstile» (fig. 8).

Speciali antenne a telaio orizzontale sono risultate particolarmente adatte per la radiodiffusione con modulazione di frequenza fino a frequenze molto elevate. Vari esempi di un tipo molto interessante sono presentati schematicamente nella figura 9. Non esistono limitazioni, oltre a quelle pratiche, al numero di elementi che costituiscono il telaio, così che si possono costruire telai anche di diametri elevati con una distribuzione uniforme di corrente. Queste antenne hanno un diagramma di irradiazione analogo a quello della coppia di dipoli, ed analogamente al caso delle antenne «turnstile» si possono disporre più telai l'uno sopra l'altro. Nelle figure 10 e 11, sono rappresentate un'antenna per radiodiffusione con diversi elementi e due antenne per onde molte corte, una ad un elemento ed una a due elementi con un tratto di linea per l'accordo.

Fig. 9 - Antenne a telaio. a) Ad un elemento; circonferenza minore di $\lambda/2$. b) A quattro elementi; circonferenza minore di 2λ. c) A sei elementi circonferenza minore di 3λ.

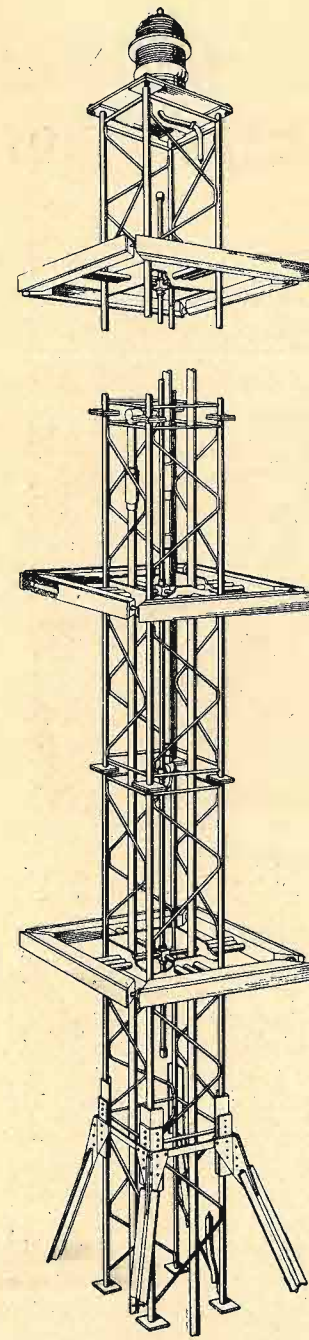



Fig. 10 - Antenna a telai sovrapposti.

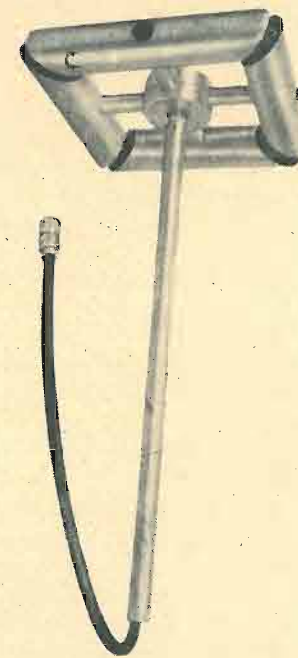



Fig. 11 - Antenna a telaio.

BIBLIOGRAFIA

G. H. Brown: *A turnstile antenna for use at ultra-high frequencies* - «Electronics», IX, 1936, n. 4.

D. G. F.: *Frequency Modulation Demonstrated* - «Electronics», XII, 1939, n. 3, p. 14.

H. P. Thomas a. R. H. Williamson: *A commercial 50 kilowatt frequency -modulation broadcast trasmitting station* - Proc. I.R.E., XXIX, 1941, p. 537.

E. Severini: *Sistema di radiocomunicazione con modulazione di fase dell'onda portante* - «Alta Frequenza», XI, 1942, p. 258.

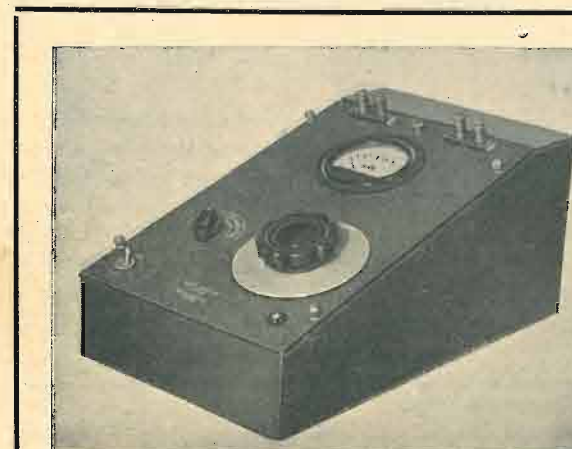
Ch. Tibbs: *FM transmission, propagation and reception* - «Wireless World». XLIX, 1943, p. 47.

R. Schupbach: *A sujet des multiples possibilités d'emploi des transmissions par ondes dirigées* - «Revue Brown Boveri», XXXI, 1944, n. 9, p. 288.

K. R. Sturley: *Frequency modulation* - «J. I. E. E.», XCII, 1945, parte III, p. 197.

A. G. Kandoian: *Three new antenna types and their applications* - «Electrical Communication», XXIII, 1946, p. 27.

C. C. Eaglesfield: *Motor-car ignition interference. The implusive radiated field* - «Wireless Engineer». XXIII, 1946, p. 265.

H. Klauser: *Impedanzröhre fur Frequenzmodulation* - «Bulletin A. S. E.», XXXVII. 1946, p. 624.

LA PRODUZIONE 1946 DI UNA GRANDE CASA AMERICANA DI RADIORICEVITORI

La Compagnia Pimabor di Milano ci invia questa rassegna della produzione di radioricevitori di una grande ditta americana, che pubblichiamo volentieri.

Nella ripresa generale di ogni attività civile negli Stati Uniti d'America, l'industria radio è stata tra le prime a riportare la sua produzione a valori che raggiungono quasi le cifre dell'anteguerra.

D'altra parte, l'enorme sviluppo avuto dall'industria radio durante il periodo bellico, ha notevolmente potenziato ogni precedente attività di questo genere negli Stati Uniti e ne ha creato delle nuove d'importanza notevole.

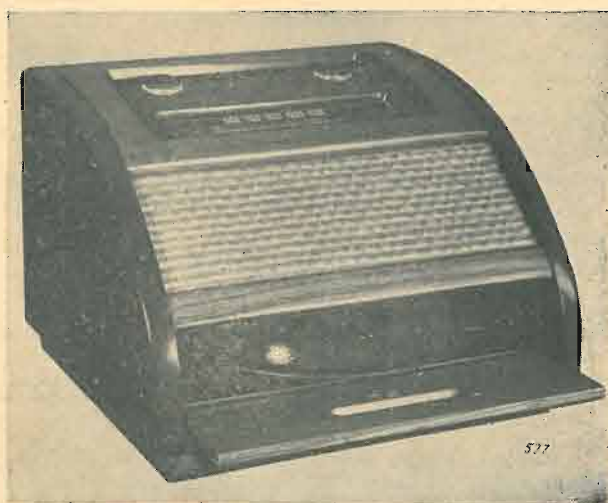



FIG. 1 - Radiofonografo automatico Philco (Mod. PHILCO 1021)

La produzione di radioricevitori civili prevista per l'anno 1946, è di vari milioni di apparecchi [1], che saranno però tutti o pressochè tutti, forniti al mercato interno, che si presenta in favorevoli condizioni di assorbimento. La gamma dei tipi è molto varia; la produzione normale comprende infatti: modelli di lusso, completi di ogni perfezionamento e montati su mobili di grandi dimensioni e di pregevole fattura, radiofonografi e radio « consoles », soprammobili, la numerosa serie del « midget », e infine i piccoli apparecchi portatili e le piccolissime radio tascabili.

Caratteristica generale di tutti questi modelli è la loro semplicità sia tecnica sia costruttiva. Questo si nota non soltanto negli schemi elettrici, ove la possibilità di uso di valvole adatte per ogni particolare scopo è il primo elemento di semplificazione, ma anche in quei complessi meccanici che per il loro funzionamento d'automatismo parrebbe dovessero richiedere meccanismi assai complessi, ad esempio il cambio automatico dei dischi.

Esteso è l'uso delle valvole « miniatura », il che rientra nella tendenza generale di ridurre le dimensioni dei vari elementi costruttivi, orientamento questo generato durante l'attuazione degli apparecchi radio militari, e che ha portato già a nuovi notevoli sviluppi in tutto il campo della tecnica radio.

Così pure le nuove leghe magnetiche ad altissima permeabilità, derivante dall'« Alnico », hanno semplificato la costruzione ed aumentato l'efficienza degli altoparlanti a magnete permanente.

Anche i perfezionamenti notevoli che hanno avuto le batterie di pile durante la guerra, (dimensioni ridotte e notevole possibilità di erogazione di energia), sono stati, è ovvio, utilizzati dalla radio civile. Ritornano così gli apparecchi a pile.

Particolare risultato di questi vari perfezionamenti sono state le piccole radio portatili, di cui vengono presentati modelli interessanti e di grande praticità d'uso.

Una importante novità tecnica della produzione radio americana del dopo guerra consiste nell'adozione di circuiti adatti a ricevere segnali modulati in frequenza nella serie dei normali apparecchi riceventi per radiodiffusione.

Si è avuta la piena adesione dei costruttori di apparecchi radio alla campagna che compiono negli Stati Uniti le grandi società costruttrici ed anche le più importanti compagnie di radiodiffusione, per l'installazione di nuove stazioni a modulazioni di frequenza [2].

Dato il cambiamento di lunghezze d'onda stabilito ultimamente dalla « Federal Communication Commission », per le emissioni modulate in frequenza [3], alcune case presentano apparecchi che captano sia la vecchia sia la nuova gamma di onda, ma la maggior parte delle ditte costruttrici si sono decisamente orientate sulla nuova gamma.

Rappresenta certamente un perfezionamento costruttivo veramente notevole, l'attuazione dei circuiti capaci di ricevere onde di 3 metri in un radioricevitore costruito in grande serie e di semplice e sicura messa a punto e che deve necessariamente risultare facile di manovra anche per operatori assolutamente profani. E' stato un progresso tecnico indubbio quello di aver saputo superare, con un numero di valvole e di circuiti relativamente modesto, la maggior complessità richiesta dalla rivelazione di onde modulate in frequenza e particolarmente il fatto di avere, in un medesimo apparecchio, sia la rivelazione di onde modulate in frequenza, sia quella di onde modulate in ampiezza. Certo anche in questo caso ha dato un apporto notevole alla tecnica radio civile la grande diffusione, avutasi durante la guerra, dell'uso della modulazione di frequenza e delle onde ultracorte. Sono appunto le nuove valvole sviluppate negli scorsi anni per la ricezione delle onde ultracorte e per segnali modulati in frequenza, quelle che permettono la necessaria semplificazione dei circuiti richiesta da una produzione in serie.

FIG. 2 - Ricevitore americano a sette valvole per onde medie e corte e modulazione di frequenza (Mod. PHILCO 442).

Manifestamente per utilizzare appieno i pregi della modulazione di frequenza occorre mantenere in tutti i circuiti del radioricevitore caratteristiche di alta qualità. Non soltanto si richiede una sufficiente amplificazione sino a frequenza dell'ordine del centinaio di megahertz negli stadi a radiofrequenza ed una corrispondente stabilità nei circuiti di conversione, ma anche tutta la catena dei circuiti amplificatori di media frequenza deve presentare entro la banda di frequenza passante una caratteristica di ampiezza piatta ed una caratteristica di fase perfettamente lineare. Inoltre la bassa frequenza, e particolarmente l'elemento riproduttore acustico, l'altoparlante, deve essere capace di conservare l'elevata fedeltà che corrisponde alla modulazione di frequenza.

Anche se in alcuni modelli di ricevitori ci si è limitati a trovare un buon compromesso, pure tutto questo ha portato la tecnica dei moderni radioricevitori ad un livello di qualità assai più elevato di quello che si aveva nell'anteguerra.

Consideriamo ad esempio gli apparecchi presentati da una delle maggiori Case costruttrici di apparecchi radioricevitori degli Stati Uniti, la PHILCO. La sua produzione 1946 offre oltre cinquanta tipi diversi fra cui dodici modelli di radiofonografi, tutti forniti di cambio automatico di dischi; anche il tipo più economico è stato fornito di un dispositivo congegnato in modo che all'utente basta infilare il disco prescelto in una apposita finestra disposta sul fronte dell'apparecchio (vedi figura 1). Poi tutto si svolge automaticamente, il disco viene centrato, il fonorivelatore si abbassa, il motore inizia i suoi giri, ed il radiogrammofono entra così in funzione. Questo modello era esposto all'ultima Fiera di Milano.

Tutti gli apparecchi di lusso presentano possibilità di ricezione di onde modulate in frequenza, e così pure alcuni modelli soprammobili (figura 2); il modello 442 è a sole sette valvole e permette di ricevere onde medie, corte ed a modulazione di frequenza. A questa semplificazione di circuito come già accennato contribuiscono certo le nuove valvole a molti elettrodi, sviluppate dalla PHILCO e precisamente la FMXXD e la FM-1000. In questi circuiti sono poi aboliti gli stadi limitatori, sia con l'uso del sistema ad oscillatore sincronizzato, sia adottando i nuovi tipi di discriminatori insensibili ad ogni modulazione di ampiezza [4].

Secondo un concetto tipico della radio americana, ogni caratteristica presentata da un apparecchio deve essere di piena soddisfazione dell'utente, se no è preferibile manchi; la ricezione delle onde corte è quindi esclusa in tutti gli apparecchi economici anche perchè poco richiesta dal pubblico. Per la ricezione delle onde corte invece è stata costruita un'apposita serie di apparecchi accuratamente studiati per ottenere che il loro funzionamento per quanto riguarda sensibilità, stabilità e sicurezza di funzionamento, sia identico tanto nella normale gamma di onde medie che in tutte le gamme ad onde corte. Si tratta di apparecchi di caratteristiche analoghe a quelli di tipo professionale.

FIG. 3 - Ricevitore portabile con alimentazione a batteria da a. c. a. (Mod. PHILCO 350)

(1) Vedi: « American Exporter », Agosto 1946, p. 53.

(2) Esistono attualmente negli Stati Uniti d'America 50 stazioni trasmittenti per radio diffusione a modulazione di frequenza (« Electronic Industries », Maggio 1946, p. 83). Sono state ultimamente rilasciate licenze per l'installazione di nuove stazioni (« Broadcasting », Agosto 1946, p. 85).

(3) Si è passati dai 7 m ai 3 m, cioè più precisamente l'attuale gamma delle stazioni Americane per radio diffusione modulate in frequenza è compresa tra 88 e 108 MHz.

(4) « Proc. I. R. E. », XXXIV, 1946, p. 166.

Per le località prive di energia vengono offerti apparecchi completamente alimentati a batterie anche in modelli a console, quindi capaci di una certa potenza

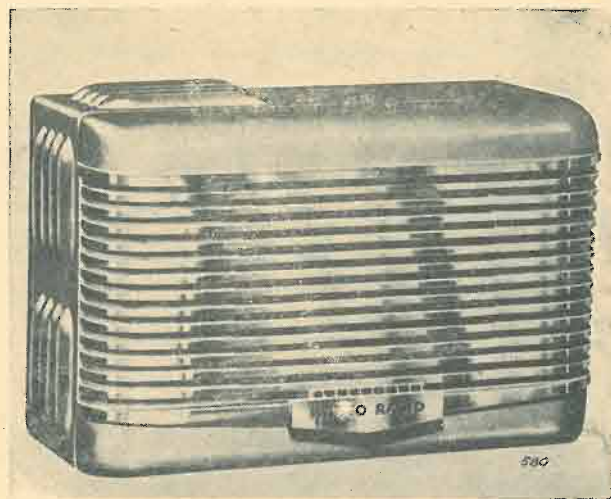



FIG. 4 - Autoradio americana 1946 (Mod. PHILCO UN6-500).

acustica. L'uso di valvole a basso consumo e l'adozione di circuiti d'uscita in classe B, unitamente all'elevata efficienza delle batterie, e all'uso di altoparlanti a magnete permanente ad altissima permeabilità, permette di ottenere questi risultati.

I vari perfezionamenti degli apparecchi a batteria si presentano poi tutti conglobati nel piccolo apparecchio portatile (figura 3) che la PHILCO offre quale uno dei suoi migliori pordotti. Si tratta di un sei valvole, (tipo miniatura), completo di batterie capaci di un funzionamento per alcuni mesi ed adatto anche per alimentazione alternata. Le dimensioni sono 23 cm x 30 cm x 14 cm ed il peso è di 3 kg. Abbastanza notevole la potenza sonora e veramente buona la riproduzione nonostante si tratti di una radio di dimensioni molto piccole.

Seguono i modelli autoradio, che hanno sempre rappresentato la più caratteristica produzione di questa Casa americana; in genere però la PHILCO costruisce la maggior parte dei suoi modelli autoradio (figura 4) direttamente per le singole industrie automobilistiche. Sono quindi soltanto cinque i modelli presentati al pubblico normale.

CONSIDERAZIONI SULLA MODULAZIONE DEI RADIOTRASMETTITORI DILETTANTISTICI (*)

dott. ing. GIULIO VERCELLINI
Capo dell'Ufficio Studi Esperienze Applicazioni
Alta Frequenza delle Officine Savigliano di Torino

SOMMARIO - Dopo un breve accenno ai più comuni sistemi di modulazione si dànno le caratteristiche fondamentali dei tre più diffusi nella pratica dilettantistica e cioè della modulazione dello stadio finale su placca e schermo contemporaneamente, sulla griglia di soppressione e sulla griglia di comando. Vengono infine elencati alcuni vantaggi che presenta l'uso, nello stadio finale di alta frequenza, di pentodi a griglia di soppressione accessibile.

1. Generalità.

Credo opportuno ricapitolare brevemente alcune caratteristiche dei più usati sistemi di modulazione, ciò che può interessare in special modo i dilettanti alle loro prime armi per ottenere buoni risultati pur con la massima semplificazione ed economia nella costruzione del trasmettitore, come pure i dilettanti già più provetti per alcune felici soluzioni, talora trascurate, che si possono ottenere.

E' utile, nell'accingersi alla costruzione del trasmettitore, prevedere la possibilità di ulteriori miglioramenti in modo da poter sempre sfruttare al massimo sia il materiale che si possiede, sia il lavoro già eseguito.

Il dilettante, che in un primo tempo rivolge la maggior parte della sua attenzione ed operosità alla costruzione del generatore a radio frequenza, si troverà ben presto davanti a un problema di non piccola mole: la costruzione cioè del modulatore che implica, talvolta, la costruzione di amplificatori di bassa frequenza di potenza tutt'altro che trascurabile, certamente molto superiore a quella di un ricevitore, sia pure potente, anche nel caso di trasmettitori dilettantistici relativamente modesti.

Come è universalmente noto i sistemi di modulazione si possono riunire in tre gruppi:

1) modulazione per varazione di ampiezza;
2) modulazione per variazione di frequenza;
3) modulazione ad impulsi.

Attualmente il dilettante sceglierà certamente i sistemi del primo gruppo, perchè quelli del secondo e del terzo, per i quali si apre un avvenire brillante, richiedono, pur troppo, accanto ad un sistema di trasmissione apparentemente più semplice, una conoscenza più profonda dell'argomento e modifiche importanti al comune ricevitore ed è quindi più opportuno, almeno in un primo tempo, lasciare questo campo ai tecnici specializzati.

La modulazione per variazione di ampiezza (1° gruppo) può essere ottenuta in vari modi, a seconda dell'elettrodo della valvola a radio-frequenza su cui si opera, o, più precisamente, del circuito nel quale viene innestata la bassa frequenza; si hanno così i seguenti tipi di modulazione:

1) modulazione sulla placca;
2) modulazione sulla griglia-schermo;
3) modulazione contemporanea su placca e schermo;
4) modulazione sulla griglia di comando;
5) modulazione sulla griglia di soppressione;
6) modulazione sul catodo;
7) modulazione sulla linea di trasmissione.

Tenendo presente lo scopo a cui tende il dilettante, i mezzi in suo possesso, il fatto che userà

(*) Pervenuto alla redazione il 18 I 1947.

prevalentemente tetrodi o pentodi (perchè per lo più non richiedono neutralizzazione o, se questa è necessaria, può essere ottenuta in modo semplice anche per le onde più corte, necessitano di una bassa potenza di eccitazione ed hanno maggior rendimento) ed il desiderio di ottenere una buona profondità di modulazione e una ottima qualità, si può assicurare che la sua scelta cadrà su di uno dei tre sistemi seguenti:

a) modulazione contemporanea su placca e schermo;

b) modulazione sulla griglia di soppressione;

c) modulazione sulla griglia di comando; quest'ultimo caso più raramente dei primi due.

Vediamo ora quali sono i vantaggi e gli inconvenienti presentati da questi tre sistemi, in modo che ognuno possa, a ragione veduta, scegliere quello che più si addice al suo caso.

Supporremo, come avviene generalmente nei trasmettitori dilettantistisi, data la limitata potenza, che la modulazione sia effettuata sullo stadio finale. Occorre però avvertire che in qualche caso dopo lo stadio ove viene effettuata la modulazione non segue immediatamente il circuito dell'antenna, come è supposto d'ora in avanti, bensì uno o più stadi amplificatori di potenza. Questa pratica è poco seguita nei trasmettitori a modulazione di ampiezza perchè, dovendosi conservare i rapporti delle ampiezze che sono variabili, si devono usare amplificatori di classe B in controfase il cui rendimento è relativamente limitato. Invece, nella modulazione di frequenza, ove è possibile usare amplificatori di classe C anche per le tensioni già modulate, la modulazione viene effettuata nei primi stadi.

É bene tener presente che la somma della potenza complessiva delle valvole degli stadi finali a radio-frequenza ed ad audio-frequenza, cioè del trasmettitore e del modulatore insieme, *a pari potenza di portante sull'aereo*, non differisce di molto per i vari sistemi di modulazione, mentre invece è possibile, con una opportuna scelta, scartare o meno alcuni organi più difficilmente a portata di mano o troppo costosi (per esempio il trasformatore di modulazione che, nel caso di modulazione di placca, risulta delicato e pesante, quindi poco indicato per es. nel caso di trasmettitore portabile).

Ora vediamo invece, *a parità di stadio finale a radio frequenza*, quale potenza a radiofrequenza (R.F.) si può ottenere sulla portante in assenza di modulazione, e quale potenza a bassa frequenza (B.F.) è necessaria per la modulazione nei vari casi:

a) *Modulazione su placca e schermo*: potenza a R.F. circa il 50 % di quella ottenibile in telegrafia; potenza a B.F. pari all'85% della potenza a R.F.

b) *Modulazione su solo schermo*: potenza di R.F. circa il 44 % di quella ottenibile con modulazione su placca e schermo; profondità di modulazione che difficilmente supera l'80 % (normalmente del 60 %); potenza a B.F. necessaria per la modulazione pari a circa il 10 % di quella della portante a R.F..

c) *Modulazione su griglia-comando*: potenza a R.F. circa il 70 % di quella ottenibile con modulazione contemporanea su placca e schermo. Teoricamente è possibile una profondità di modulazione del 100 % che però nella pratica attuazione, specialmente dilettantistica, si riduce notevolmente avvicinandosi a quella del caso precedente. Potenza a B.F. necessaria circa il 5 %; questa dipende notevolmente dal tipo di valvola impiegata.

d) *Modulazione di griglia di soppressione*: potenza di R.F. circa il 60 % di quella ottenibile con modulazione su placca e schermo. Profondità di modulalzione del 100 %. Potenza di B.F. necessaria, teoricamente nulla, in pratica sempre molto piccola.

In tutti i casi la potenza a radio-frequenza istantanea di punta, con modulazione del 100 %, beninteso quando questa è ottenibile, è pari a quattro volte la potenza della portante a radio-frequenza in assenza di modulazione.

Ed ora analizziamo un po' più a fondo i tre sistemi più comuni.

2. - Modulazione contemporanea su placca e schermo.

Tale tipo di modulazione presenta le seguenti caratteristiche:

— La costruzione del modulatore richiede spesa e precauzioni non indifferenti, specialmente per quanto riguarda il trasformatore di modulazione, perchè la potenza di bassa frequenza in gioco è sempre assai notevole, anche in trasmettitori di potenza ridotta, essendo pari, come si è già detto, a circa l'85% della potenza della portante.

— Qualsiasi tipo di tetrodo o pentodo a radiofrequenza può essere usato nello stadio a R.F. sul quale viene effettuata la modulazione.

— La potenza dei tubi a radio-frequenza viene ottimamente sfruttata.

Fig. 1 - Modulazione anodica e di schermo a corrente costante. Il gruppo *R C* ha lo scopo di aumentare la profondità di modulazione (cfr. p. es. G. Dilda *Radiotecnica* vol. II - III ed. 1945 - p. 161).

— Consente una profondità di modulazione del 100% ($m=1$) e bassissima distorsione nello stadio a radio-frequenza.

— Occorre una certa pratica ed opportuni accorgimenti per non danneggiare le valvole e il trasformatore di modulazione.

— Il carico dello stadio pilota non risente della modulazione, con tutto vantaggio della stabilità della frequenza irradiata.

Le figure 1, 2 e 3 mostrano i circuiti che possono essere usati per ottenere tale tipo di modulazione.

3. - Modulazione sulla griglia di soppressione.

Le caratteristiche di questo tipo di modulazione si possono così riassumere:

— Il modulatore non differisce quasi dalla costruzione di uno stadio di bassa-frequenza di un normale apparecchio radioricevente, anche per trasmettitori di potenza discretamente rilevante. Fino a potenze di alcune centinaia di watt di portante, per la modulazione è sufficiente una potenza di bassa frequenza di qualche watt (da 3 a 5 W) mentre questa, nel caso dilettantistico normale, è sempre inferiore al watt.

— Occorrono per lo stadio a radio-frequenza pentodi di griglia di soppressione accessibile, facilmente reperibili in commrecio (per es. Philips PE 0,5/15; PE 0,6/40; Telefunken RL 12 P 35; Fivre 5c/15).

— La potenza di questi tubi viene notevolmente meno sfruttata che non nel caso precedente.

— Consente una profondità di modulazione del 100% (m = 1).

— Bassissima distorsione.

— I circuiti a bassa frequenza risultano completamente separati da quelli a radio-frequenza.

— Il carico dello stadio-pilota è costante e non risente della modulazione con tutto vantaggio della stabilità di frequenza.

— Agli estremi del circuito accordato di placca dello stadio finale a radio frequenza per $m = 1$ si ha una tensione massima di picco di 0,8 volte la tensione d'alimentazione, in corrispondenza del picco di modulazione.

— Occorre, in assenza di modulazione, dare al soppressore una polarizzazione base tale da ridurre alla metà la corrente anodica massima che si può ammettere in telegrafia.

— Occorre generalmente usare valori relativamente bassi della tensione base di schermo ed alti, in valore assoluto, di quella negativa di griglia per avere linearità di modulazione.

— Soluzione ottima, specialmente in trasmettitori portatili in cui il fattore peso ed ingombro predominano.

La figura 4 mostra lo schema del circuito.

4. Modulazione sulla griglia di comando.

Le caratteristiche principali sono le seguenti:

— Richiede una potenza teorica di modulazione compresa tra 1/12 ed 1/60 di quella dell'onda portante, a seconda che si tratti di triodi o di pentodi; nella pratica dilettantistica si aggira su circa 1/20.

— Se manca lo stadio separatore, tra pilota e stadio finale, come spesso succede nell'uso dilettantistico, si può avere instabilità di frequenza.

— É inoltre assai critica la tensione base di griglia.

— Pure critica è l'ampiezza della tensione massima di modulazione.

— Si rende normalmente necessario il ritocco della tensione base di griglia al variare dell'onda di lavoro.

— Per quanto sopra detto in pratica difficilmente si riesce a modulare al 100% ($m=1$).

— Salvo casi speciali di piccoli trasmettitori portatili, in cui non sia possibile operare con pentodi, questo sistema di modulazione è solo raramente usato in campo dilettantistico.

La figura 5 riporta lo schema di tale modulatore.

Fig. 2 - Modulazione anodica e di schermo a sorgente di alimentazione unica.

Fig. 3 - Modulazione anodica e di schermo a sorgenti di alimentazione separate.

I condensatori C_1, C_2, C_3, e le induttanze di blocco L_1, L_2, L_3, devono essere proporzionati in modo da impedire che la R.F. si trasferisca nei circuiti di alimentazione e di modulazione; L_2, L_3 e C_2, C_3, devono però avere valori limitati in modo che le componenti di B. F. non vengano attenuate.

5. Vantaggi dell'uso di pentodi con soppressore accessibile.

Il dilettante già provetto, a parer mio, adotterà per il suo trasmettitore la modulazione contemporanea su placca e schermo di pentodi a griglia di soppressione accessibile dati i non pochi vantaggi che ne può ricavare sia nella trasmissione fonica sia in quella telegrafica; in tal modo potrà:

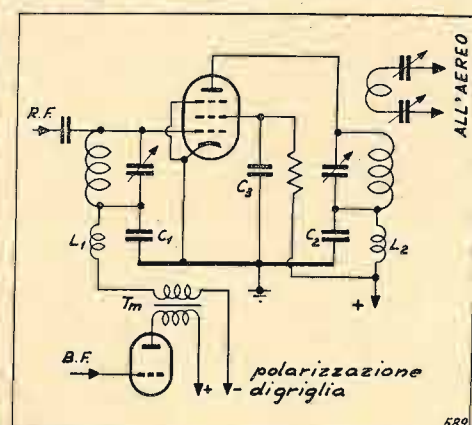
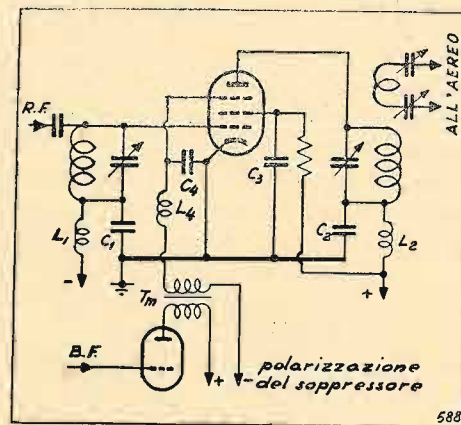



FIG. 4 - Modulazione sulla griglia di soppressione.

FIG. 5 - Modulazione sulla griglia di comando.

a) Migliorare la manipolazione telegrafica, con eliminazione dei «clic» qualora faccia agire il tasto sulla griglia di soppressione collegata (tramite una resistenza di elevato valore) ad una tensione negativa base tale da portare all'interdizione la corrente di placca nelle pause di manipolazione, mentre per l'emissione dei segnali il tasto collega a terra il soppressore stesso, come è indicato in figura 6.

b) Dotare in fonia il proprio trasmettitore di un semplice relé fonico, che interrompe automaticamente la portante in assenza di modulazione, evitando così la noiosa manovra del commutatore trasmissione-ricezione. Il circuito può essere quello indicato in figura 7. Il suo funzionamento è il seguente. La tensione di B.F., oltre che pervenire alla placca e allo schermo per la modulazione, viene applicata alla griglia del tubo V_1 che funziona da limitatore a partire, p. es., da una profondità di modulazione del 5 %. La tensione fornita da questo tubo sul secondario del trasformatore anodico viene raddrizzata e applicata, in serie con la polarizzazione fissa, al sopressore. In assenza di segnale a B.F. il potenziale negativo del sopressore (polarizzazione fissa) è tale da bloccare il funzionamento del tubo finale (il posto funziona in ricezione). Appena si manifesta una tensione di B.F., si aggiunge alla polarizzazione fissa del sopressore la tensione raddrizzata (di valore praticamente costante perchè, come s'è detto, il tubo V_1 funziona da limitatore) che porta la griglia di soppressione al corretto valore per un regolare funzionamento. All'attacco della modulazione la tensione raddrizzata viene applicata con la costante di tempo R_1C (circa 0,15) perchè la resistenza R_2 è cortocircuitata da raddrizzatore D; quando la modulazione cessa la tensione si riduce con la costante di tempo molto più grande $(R_2 + R_1)\ C$ perchè in tal caso il raddrizzatore D non è conduttore. Si evita così che il dispositivo intervenga anche durante i brevi intervalli fra le parole, in cui cessa la modulazione.

c) Trasmettere in fonia con regolazione automatica della portante, cioè con portante proporzionale all'intensità del segnale ad audiofrequenza.

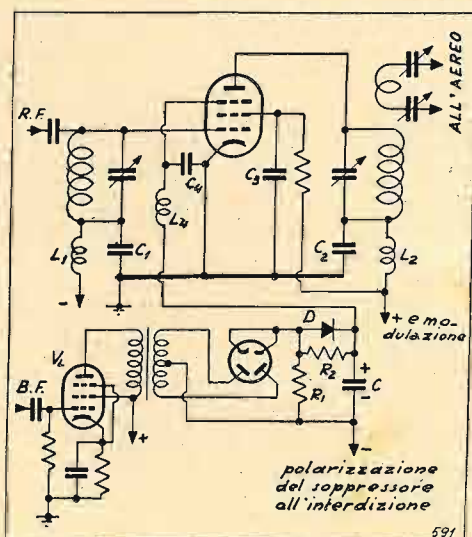
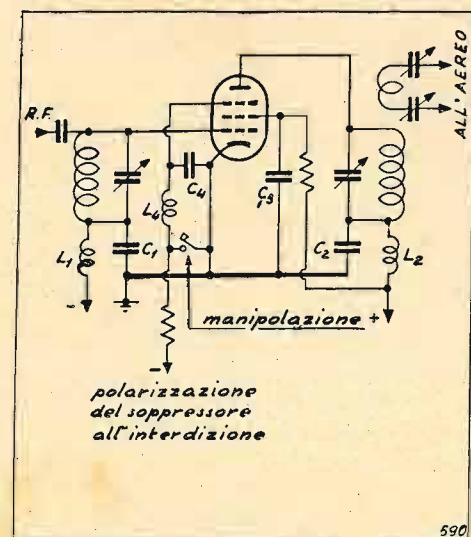



FIG. 6 - Manipolazione sulla griglia soppressione.

FIG. 7 - Relé fonico. Provvede a bloccare la trasmissione anche della portante, quando manca la modulazione. E' particolarmente utile nelle trasmissioni bilaterali.

FIG. 8 e 9 Amplificatore a R. F. modulato sul soppressore con portante controllata. (N. B. per C_1, C_2, C_3, C_4 ed L_1, L_2, L_3, L_4, vale l'annotazione sottoriportata alle fig. 2 e 3).

Si ottiene così un più elevato rendimento perchè la tensione è modulata sempre molto profondamente (quasi $m = 1$); la portante ha valore nullo in assenza di modulazione. I circuiti adatti per questo scopo sono rappresentati dalle figure 8 e 9.

In essi l'uscita di B.F. fornita da un apposito avvolgimento predisposto nel trasformatore di modulazione, viene raddrizzata o da un circuito a ponte di Grätz formato con due doppi diodi a catodo isolato, come in figura 8, oppure da un solo doppio diodo, allorchè l'avvolgimento ha la presa centrale, come in figura 9. La tensione raddrizzata che si manifesta all'estremità del gruppo RC viene applicata in serie con la tensione di modulazione, al sopressore così da renderlo tanto meno negativo quanto maggiore è il valore medio della tensione di B.F.. Occorre che tali variazioni si manifestino lentamente in modo da risultare trascurabili entro il più lungo periodo a frequenza acustica (0,025). A tale scopo la costante di tempo del gruppo RC deve essere compresa tra 0,1 e 0,53.

d) Quando lo ritenga opportuno, ridurre la potnza del trasmettitore passando dalla modulazione anodica a quella di griglia di soppressione.

e) Qualora il trasmettitore funzioni con modulazione anodica e di schermo oppure in telegrafia, iniettando opportunamente nel soppressore una tensione di terza armonica, si può infine accrescere notevolmente la sua potenza. Ciò si ottiene perchè possono essere usate tensioni d'alimentazione molto più elevate del normale, dato il notevole aumento di rendimento senza superare la potenza che il tubo può dissipare (1). Il circuito diviene quello di figura 10.

6. Riepilogo

Riassumendo consiglio quindi il dilettante a voler costruire il proprio trasmettitore nei sotto riportati tempi successivi in modo da poter ottenere, a lavoro ultimato, un trasmettitore che presenterà notevoli caratteristiche.

I° tempo) — Acquisto di uno o meglio due pentodi per radio frequenza con griglia di soppressione accessibile;

— Acquisto di un trasformatore di alimentazione largamente dimensionato per sfruttare in pieno la potenza delle valvole anche in telegrafia.

— Montaggio del complesso come puro trasmettitore telegrafico con manipolazione sulla griglia di soppressione.

— Aggiustaggio del sistema radiante.

II° tempo) — Adattamento di detto complesso al funzionamento in fonia fornendolo di un modulatore a bassa potenza (da 1,5 a 2 W) agente sulla griglia di soppressione.

III° tempo) — Costruzione dello stadio finale di potenza a B.F. per la modulazione di placca e schermo utilizzando come preamplificatore il modulatore di griglia di soppressione; in tal modo la potenza in fonia viene notevolmente accresciuta.

IV° tempo) — Successivamente, derivandosi dal modulatore e costruendo un complesso di raddrizzamento munito di una opportuna costante di tempo, si potrà per esempio adottare sul proprio apparato il relé fonico; qualora poi si voglia aumentare ancora la potenza, quasi duplicandola, l'aggiunta di uno stadio a debole potenza (circa 2 W) triplicatore di frequenza che lavori sul soppressore consentirà di ottenere, nel modo più semplice e sicuro questo risultato.

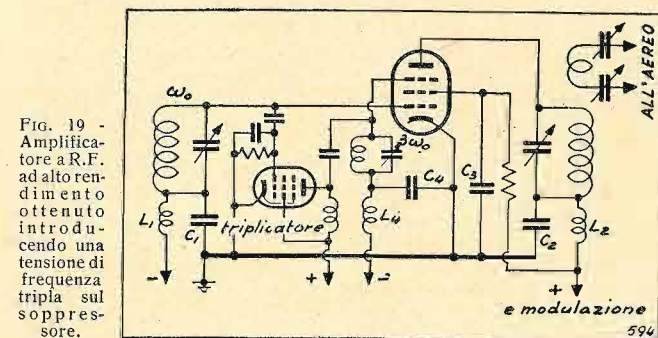



FIG. 10 - Amplificatore a R.F. ad alto rendimento ottenuto introducendo una tensione di frequenza tripla sul soppressore.

CRITICHE E COMMENTI

INTERVISTA ALLA R. A. I.

Offriamo ai nostri lettori un panorama tecnico, artistico ed economico-finanziario della radiodiffusione italiana, realizzato intervistando tre dirigenti della R.A.I. Iniziamo con l'intervista del dirigente tecnico.

— Ci dica un po', ingegnere, qual'è la sostanza del piano di ricostruzione della R.A.I.

— È presto detto. Alla fine della guerra l'Italia s'è trovata ad avere 22 trasmettitori in meno, per una potenza pari a 721,5 kW, corrispondente all'85% circa della sua potenzialità d'anteguerra. Di qui la necessità di ricostruire d'urgenza questa attrezzatura perduta secondo un piano organico, in modo da migliorare la ricezione in tutta Italia, tenendo conto però dei progressi fatti in questi anni dalla tecnica della radiodiffusione.

— Da alcune parti s'è detto che non è vero che la Radio Italiana abbia subito i danni denunciati e che questi danni si ridurrebbero in sostanza allo smontaggio e al trasferimento in alta Italia di alcune stazioni, da parte dei Tedeschi.

— Se fosse stato così, a quest'ora la R.A.I avrebbe avuto interesse ad avere tutte le sue stazioni già in funzione. Purtroppo, invece, i tedeschi, anche quando si sono limitati a smontare i trasmettitori, lo hanno fatto in modo tale che ora i nostri tecnici debbono usare tutta la loro perizia per rendere utilizzabile questo materiale.

Per quanto riguarda poi le antenne, che, com'è noto, sono una delle parti più delicate e preziose di un trasmettitore, le cose sono andate anche peggio. Qui non si tratta neppure di ricuperare e riparare, perchè bisogna far tutto da capo.

La nuova stazione di Radio Firenze da 100 kW, recentemente inaugurata, infatti, funziona ora, tanto per fare un esempio, con un'antenna diversa da quella che la serviva prima, antenna che è stata costruita secondo gli ultimi dettami della tecnica.

— Desidereremmo conoscere a quale criterio s'è ispirata la RA.I. nell'attuazione del piano di ricostruzione.

— Si sarebbero potuti seguire due indirizzi diversi: o ripristinare un numero limitato di grossi trasmettitori (da 20 a 100 kW ciascuno), oppure orientarsi verso l'installazione di molti piccoli trasmettitori (da 250W a 1 kW ciascuno) in tutti i centri urbani. Tenendo però conto dello scarso numero di onde che sono a disposizione dell'Italia a seguito degli accordi internazionali di prima della guerra e che ora, nella migliore delle ipotesi, potrà esserci tutt'al più confermato, e tenendo conto del notevole numero di ascoltatori lontani dai centri maggiori che non potrebbero essere serviti da un piccolo trasmettitore installato nel capoluogo, la RA.I. ha ritenuto preferibile orientarsi, in linea di massima, verso la prima soluzione.

Occorre inoltre tener presente che la situazione della rete telefonica italiana non consente attualmente di alimentare in relè la maggior parte di piccole stazioni che fossero sparse per tutto il territorio italiano.

— A piano ultimato di quante stazioni disporrà la Radio Italiana e che potenza complessiva esse avranno?

— La RA.I. intende portare a termine il piano di ricostruzione entro i primi mesi del 1948 ed allora si conteranno ben 30 trasmettitori per una potenza pari a 763,25 kW.

— In sostanza l'attrezzatura della RA.I. tornerà ad essere quella prebellica?

— La rete radiofonica italiana risulterà accresciuta. Infatti disporremo di nuove stazioni che miglioreranno la ricezione in regioni che anche prima della guerra non erano servite bene. È il caso della Sardegna che già dispone di Radio Cagliari, degli Abruzzi che disporranno del Centro Adriatico, e della Sicilia che avrà, al centro, una nuova stazione oltre a quella che verrà installata a Messina la quale servirà ottimamente anche la Calabria.

— La RA.I. non ritiene necessario intraprendere la costruzione di nuove stazioni a modulazione di frequenza?

— Sono lieto di poterle rispondere affermativamente. Infatti la RA.I. che, per prima, tra gli organismi radiofonici europei, ha intrapreso gli esperimenti con questo nuovo sistema di radiodiffusione allo scopo di servire più perfettamente gli ascoltatori che avranno modo di procurarsi un'apparecchio di ricezione adatto, metterà quanto prima in funzione a Milano, Torino, Roma e Napoli, trasmettitori da 1 kW a onde ultra corte con modulazione di frequenza. Ma, come Lei saprà, si parla già di nuovi probabili sistemi di radiodiffusione multipla, ad impulsi, su onde ancora più corte di quelle adoperate attualmente per la modulazione di frequenza; per cui è opportuno lasciar compiere questo fecondo ciclo di incubazione della radiotecnica per procedere poi, a cose stabilizzate, alle innovazioni più rivoluzionarie. Lo stesso vale per quanto riguarda la televisione.

La RA.I. comunque si mantiene sempre aggiornata e collabora essa stessa a questo progresso.

E ecco quanto ci ha detto un dirigente del settore artistico:

— La nuova organizzazione dei programmi che la RA.I. ha attuato il 3 novembre dello scorso anno, con il funzionamento della Rete Rossa e della Rete Azzurra, è senza dubbio un'importante attrazione tecnica e artistica. Per misurarla basta considerare che gli ascoltatori di tutta Italia possono oggi ricevere un programma nazionale e che quelli delle città maggiori, provviste di stazioni seconde, li possono ascoltare entrambi. Questo per la parte tecnica; per la parte artistica, poi, basta osservare che mentre prima i nostri programmi erano regionali, sia come ascolto, sia come produzione, oggi invece essi sono nazionali. Questo importa una maggiore selezione artistica, sia della produzione, sia degli interpreti e dà la possibilità di offrire agli ascoltatori programmi più vari ed elevati.

— Ma questa soluzione non ha danneggiato i vari centri di produzione regionale?

— Non direi. La RA.I. ritiene infatti che la soluzione adottata, se non perfetta, sia la migliore fra quante se ne presentavano, sia da un punto di vista che potremmo chiamare politico, sia sotto l'aspetto artistico.

Infatti era necessario, dopo la frattura materiale e spirituale provocata dalla linea « Gotica », riavvicinare Nord a Sud e regione a regione; e dar la possibilità ai nostri artisti di essere ascoltati in tutta Italia, in modo che la loro arte riacquistasse un respiro nazionale e fosse così sollecitata a produzioni sempre migliori.

— Ma perchè si trasmettono solo due programmi?

— È purtroppo opinione diffusa che bastino un paio di stazioni ad onda media per distribuire un programma in tutto il Paese e che perciò, se volessimo, la nostra attrezzatura ci permetterebbe di diffondere tre o quattro e anche cinque programmi nazionali.

Le cose invece non stanno così. Infatti per distribuire uniformemente un programma in un Paese lungo, stretto e montuoso come l'Italia occorrono ben più di due o tre trasmettitori; ne occorrono anzi tanti quanti servono attualmente le due reti.

— Il pubblico si lamenta per l'eccessiva pubblicità radiofonica e per la sua monotonia. Non preoccupa questo la RA.I.?

— Altrochè se preoccupa; ma chi ascolta con continuità i nostri programmi sa che la pubblicità è stata ridotta, al di sotto anzi di quanta ne consentirebbero le convenzioni, e che la rimanente è stata artisticamente migliorata.

Non tutti i giudizi però che si sentono esprimere in questo campo sono critici. Che la nostra pubblicità radiofonica non sia inferiore artisticamente a quella delle altre radio europee ed extraeuropee, è provato dal fatto che alcuni nostri programmi pubblicitari sono stati di peso importati in altri Paesi.

— Gli ascoltatori lamentano anche che la RA.I. non tiene conto dei loro desideri e non li chiama a collaborare più concretamente alla sua politica culturale e artistica.

— Se questo poteva essere detto poco dopo la liberazione quando la Radio Italiana era in fase di riorganizzazione, questo non può più esser detto oggi. La RA.I. vuole anzi che gli ascoltatori intervengano sempre più concretamente al miglioramento della sua produzione. Per questo ha creato il Servizio Opinioni che, con gli espedienti e i metodi in uso attualmente nei paesi in cui il « sondaggio » dell'opinione pubblica è più sviluppato, deve poterci informare sui desideri degli ascoltatori e su quanto essi vanno suggerendo. È evidente però che a modificare un programma non può bastare l'opinione di un numero esiguo di ascoltatori. Occorre tenere sempre presente che la Radio si rivolge a milioni di persone, dai gusti più differenti e dalle esigenze più varie. Si tratta insomma di conciliare le esigenze del nostro pubblico con l'elevazione del suo gusto artistico, perchè la Radio deve essere sì popolare ma in un senso « aristocratico ».

Il Governo ha inoltre approvato, recentemente, un provvedimento sollecitato dalla RA.I. con cui si dispone che gli ascoltatori siano rappresentati in seno alle Commissioni periferiche, costituite presso ogni Stazione, le quali debbono effettuare la vigilanza tecnica sugli impianti e sui servizi e sorvegliare l'esecuzione del piano trimestrale dei programmi. E, quel che più conta, gli ascoltatori sono anche rappresentati in seno alla Commissione Consultrice Centrale, istituita presso il Ministero delle Poste, la quale concorre alla determinazione delle direttive di massima culturali, artistiche e educative approvando o respingendo il piano artistico trimestrale sottoposto dalla RA.I.

A questi istituti di vigilanza e di collaborazione occorre inoltre aggiungere le Commissioni Consultive per la musica sinfonica, per la musica leggera e per la prosa, che la RA.I. ha istituito a fianco di ogni Rete e che sono costituite dalle maggiori personalità artistiche che l'Italia abbia in questi vari settori. Queste Commissioni sapranno interpretare i gusti del pubblico e, con la loro competenza, portare un deciso miglioramento alla nostra produzione radiofonica.

Ritengo che dopo tutto ciò gli ascoltatori non possono più rimproverare alla RA.I. uno « splendido isolamento ».

— E il Giornale Radio è o non è obbiettivo?

— Senza entrare in una discussione che diverrebbe forzatamente politica, penso che il problema abbia avuto una soluzione tale da poter soddisfare tutti gli ascoltatori. Infatti entrerà quanto prima in funzione una Commissione parlamentare che deve vigilare e assicurare l'indipendenza politica e l'obbiettività informativa delle radiodiffusioni. In questa Commissione saranno rappresentati pariteticamente tutti i gruppi parlamentari.

Con questa nuova organizzazione la Radio Italiana si avvia speditamente a riprendere il posto che le spetta nel mondo radiofonico.

— Le stazioni estere però...

— Comprendo quel che lei mi vuol dire. Rilevo però che non può essere stabilito un raffronto fra i programmi italiani e quelli di tutte le stazioni europee messe insieme. Se un raffronto si vuol fare occorre stabilirlo con la produzione radiofonica di un determinato Paese, e la RA.I. che questo raffronto fa sistematicamente, può, a ragione, affermare che i suoi programmi non hanno nulla da in-

vidiare a quelli esteri, sia come elevatezza artistica che come varietà. Il merito di ciò va naturalmente ai nostri artisti e al nostro Paese, che, in fatto d'arte e di cultura, è tra i più ricchi.

Ed ora veniamo alle « dolenti note »: aumento del canone di abbonamento alle radioaudizioni.

Il funzionario amministrativo da noi intervistato in proposito, è stato senza dubbio quello più tempestato di domande.

— *Perchè la RA.I. ha aumentato il canone? Vuole fare pagare agli abbonati i danni di guerra e le spese per la ricostruzione?*

— Abbia pazienza e mi ascolti. I danni di guerra e la ricostruzione non c'entrano niente. Se fosse così gli abbonati dovrebbero pagare cifre astronomiche. La ricostruzione verrà finanziata dalla RA.I. con altri mezzi, il cui onere graverà soltanto sulle nostre spalle. L'aumento del canone è una necessità obbiettiva in considerazione dell'aumento generale del costo della vita e dell'aumento particolare delle nostre spese, specie di quelle per il personale. Le cifre, in questo caso, sono più persuasive delle parole. Le dirò allora che mentre nel 1940 il nostro personale assorbiva il 24,74% delle nostre uscite, quest'anno esso assorbe il 65%.

— *Ma i nuovi abbonati non colmano il disavanzo?*

— Sebbene le nuove utenze affluiscono con ritmo assai vicino ai massimi raggiunti nell'ante guerra, esse non possono colmare il nostro deficit. L'esercizio economico 1945 della RA.I. si è infatti chiuso con 310 milioni di passivo e quello del 1946 avrà un disavanzo ancora maggiore.

— *Perchè allora, la RA.I. disse che bastavano 420 lire di canone mentre ora si è arrivati a 1000?*

— Perchè nessuno è profeta e alla fine del 1945 non si potevano prevedere gli aumenti del costo della vita e delle spese che si sono invece verificati. Pensi infatti che il canone di lire 420 era solo di cinque volte superiore a quello anteguerra, mentre gli altri prezzi si sono accresciuti in misura ben maggiore. Occorre poi considerare che non tutto il canone va alla RA.I., ma soltanto l'85%, perchè il rimanente 15% circa, viene ripartito fra amministrazioni statali ed enti vari.

Per esempio agli Enti lirici e all'Accademia di Santa Cecilia in Roma sono assicurati per l'anno 1947 oltre cinquantacinque milioni.

— *Gli ascoltatori americani, però, non pagano niente per la radiodiffusione.*

— Lo sappiamo, ma se l'Italia fosse l'America non si pagherebbe neppure da noi. Non le pare significativo in proposito che in tutti i Paesi Europei si paghi il canone? Le nostre radio non possono vivere con i proventi pubblicitari, nè in Italia, nè in Francia e nemmeno in Inghilterra, e già che siamo sull'argomento La informo che gli ascoltatori inglesi pagano una lira sterlina, gli svizzeri 25 franchi il che vuol dire che in sostanza pagano più di noi.

— *Un'ultima domanda. I commercianti di apparecchi radio lamentano l'esistenza del libro di carico e scarico a cui la RA.I. invece terrebbe molto e desidererebbero che la RA.I. collaborasse più strettamente con la loro Associazione Nazionale (A.N.C.R.A.). Quale è il pensiero della RA.I. in proposito?*

— Il punto di vista della RA.I. è certamente condiviso da ogni commerciante di buon senso. La vita stessa della RAI è legata agli abbonamenti e la RAI non può disinteressarsi della destinazione degli apparecchi prodotti dagli industriali e venduti dai commercianti.

Ciò del resto succede anche negli altri Paesi. Anche la Francia ha il suo registro Mod. 101, ed il Brasile l'ha istituito recentemente. Le vendite degli apparecchi sono soggette a controllo in tutte le Nazioni in cui vige il sistema dell'abbonamento.

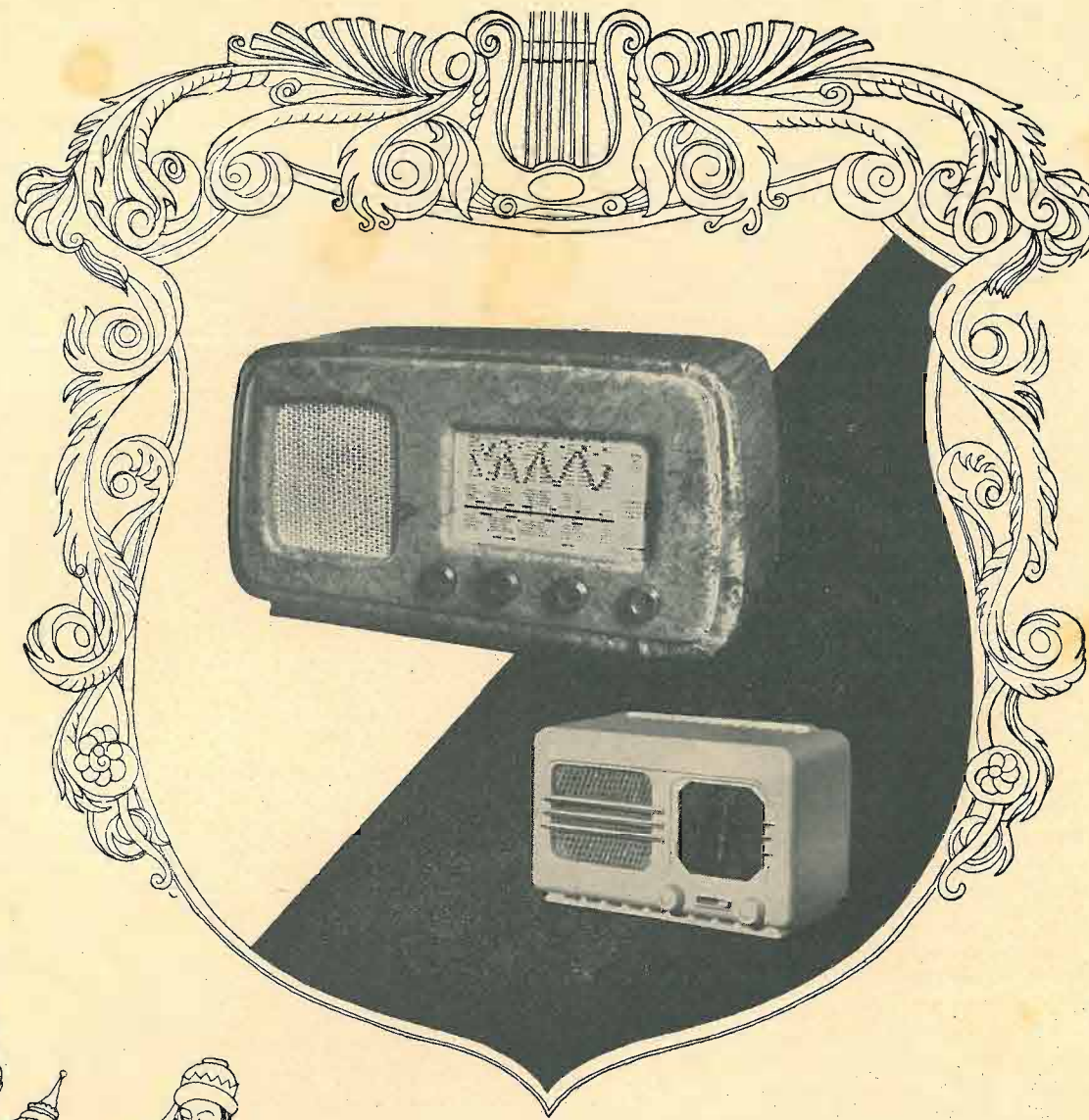
Sul numero degli abbonati è fondato lo sviluppo della RAI, necessario per creare l'ambiente migliore in cui possano prosperare il commercio e l'industria radio. Quindi gli interessi della RAI, dell'industria e del commercio radio coincidono, perchè concordemente perseguono lo stesso obbiettivo: l'aumento del numero dei possessori di apparecchi. Un commerciante che non denunciasse gli acquirenti farebbe in ultima analisi un danno alla categoria.

Ascoltatori, industriali e commercianti debbono essere i più diretti collaboratori della RA.I. e siamo certi che da questa collaborazione la Radio Italiana trarrà quel vigore di cui ha bisogno per dare al Paese uno strumento perfetto per il suo primato civile.

Stabilimento Tipo-litografico della Casa Editrice ARETHUSA - ASTI

RADIORICEVITORI
APPARECCHIATURE
DI AMPLIFICAZIONE

SOPRALUOGHI E PROGETTI A RICHIESTA SENZA IMPEGNO

COMPAGNIA GENERALE DI ELETTRICITÀ - MILANO

PHILIPS

Due nuovissimi ricevitori PHILIPS, muniti di tutti i più moderni perfezionamenti per la migliore ricezione di qualsiasi stazione trasmittente.

Radiofonografi di lusso e da tavolo - Apparecchi di ogni classe e potenza, in una gamma di prezzi accessibili a tutti.

RASSEGNA DELLA STAMPA RADIO-ELETTRONICA

E. W. SMITH: ***Cavi per radar*** (Radar cables) «Wireless World», XXXVI, aprile 1946, pag. 129-131, con 5 figure.

Nel trasporto di energia con cavi una parte di questa parte viene dissipata in calore per effetto Joule nei conduttori e per perdite dielettriche dell'isolante del cavo. A bassa frequenza le perdite nel conduttore sono preponderanti; col crescere della frequenza crescono ambedue i tipi di perdite, ma quelle dielettriche molto più rapidamente di quelle nel conduttore. Alle radiofrequenze le seconde diventano preponderanti e quindi per l'isolamento del cavo si utilizzano materiali isolanti con angolo di perdita piccolissimo.

Un primo perfezionamento dei cavi, rispetto a quelli per basse frequenze di tipo normale, consistette nel sostituire parte del dielettrico del cavo con aria, distanziando i conduttori con rondelle, o con fili di materiale isolante avvolti ad elica intorno al conduttore centrale nel caso di cavi coassiali. In un secondo tempo per i distanziatori fu utilizzato il polistirene che ha perdite molto basse. Si ottennero così cavi di caratteristiche elettriche ottime; essi presentavano d'altra parte il grave difetto di essere poco flessibili, e vulnerabili a causa della loro delicata struttura. I cavi sopracitati furono utilizzati nel primo periodo di sviluppo del radar. Negli ultimissimi anni della guerra è stato invece adottato come dielettrico il politene (polietilene), un materiale plastico di notevoli proprietà elettriche e meccaniche, prodotto in apprezzabili quantità soltanto dal 1938. Recentemente sono stati fatti nuovi progressi ed i cavi attuali sono costituiti da una miscela, di politene e di poliisobutilene, denominata telcotene.

Nel 1940 furono superate le maggiori difficoltà di costruzione di questi cavi e stabilita la costruzione di 30 tipi normali, denominati con le sigle PT e BA a seconda che si tratti di cavi coassiali o cavi di alimentazione bilanciati a coppia. I primi hanno una impedenza caratteristica di circa 70 ohm, i secondi hanno una impedenza compresa fra 30 e 100 ohm. I cavi coassiali di tale costruzione sono generalmente costituiti da un conduttore centrale unico o suddiviso in 7 fili, dall'isolante applicato in due o tre strati, dal conduttore esterno del tipo a calza di sottili fili di rame, e da una protezione esterna di cloruro di polivinile. Nei tipi bilanciati a coppia i due conduttori dopo essere stati ricoperti di isolante vengono accoppiati. Il problema più difficile nella lavorazione di questi cavi è di ottenere la costanza del diametro dei conduttori. Se lungo il cavo il diametro varia anche di pochi centesimi di millimetro si presentano riflessioni ed onde stazionarie con conseguenti perdite.

Sono stati costruiti anche cavi per scopi speciali, con altre caratteristiche. Un esempio è dato da un cavo coassiale « delay » nel quale il filo conduttore rettilineo interno è stato sostituito da un filo avvolto ad elica su un tondino di politene. Le principali proprietà di questi cavi sono la loro elevata impedenza caratteristica, che in alcuni tipi raggiunge i 2000 ohm, e la bassa velocità di propagazione che può essere anche di soltanto un centesimo di quella della luce. Questi cavi vengono comunemente usati per produrre echi artificiali a scopo di taratura. Sono stati attuati anche cavi speciali di impedenza molto bassa, i cui conduttori, interno ed esterno, sono costituiti da una calza di sottili fili di rame.

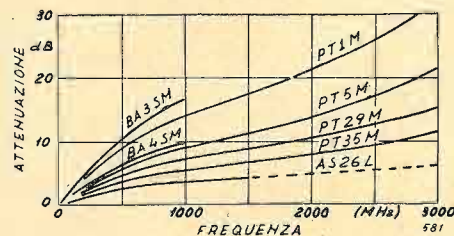



FIG. 1 - Attenuazione di 100 piedi (30 metri) di cavo per radar, in funzione della frequenza. Diametro compreso fra 0,13 pollici (3,3 mm) (PT1M) e 0,8 pollici (22 mm) (PT35L).

I cavi per radar vengono sottoposti a rigorose prove meccaniche (avvolgimento e svolgimento), termiche a temperature elevate (+ 70°C) ed a temperature basse (— 70°C), ed elettriche. Il rilievo delle caratteristiche elettriche viene effettuato con metodi a risonanza. Un esempio di risultati ottenuti è dato nella figura 1.

G. G.

D. G. FINK a C. L. ENGLEMAN: ***Apparecchiature elettroniche a Bikini*** (Electronics at Bikini) « Electronics », XIX n. 11, nov. 1946, p, 84-89, con 11 fotografie.

Il programma « elettronico » durante gli esperimenti di Bikini ebbe lo scopo di: 1) esporre le apparecchiature elettroniche agli effetti della bomba atomica per controllarne i danni; 2) impiegare le apparecchiature elettroniche per la misura e l'osservazione dei fenomeni dovuti all'esplosione.

Circa 500 uomini furono adibiti a tale scopo. Le apparecchiature esposte (cioè oltre a quelle usate per le misure e i rilievi) furono 3835 nel primo esperimento (scoppio aereo) e 3529 nel secondo (scoppio alla superficie) suddivisi come risulta dalla tabella riportata. Dopo lo scoppio l'esame di queste apparecchiature richiese il lavoro di 150 specialisti per diverse settimane. I risultati, contenuti in una relazione di 1060 pagine, sono tenuti segreti.

Le apparecchiature di misura e di prova comprendevano le seguenti parti principali: 1) la televisione per l'esame dello scoppio e la misura dell'altezza delle onde provocate; 2) lo studio degli effetti elettromagnetici sulle onde radio; 3) la misura a distanza delle pressioni create dallo scoppio nell'aria e nell'acqua; 4) la misura a distanza della radioattività; 5) la misura precisa della durata di ogni fenomeno connesso con l'esplosione.

Per la televisione furono usate due apparecchiature trasmittenti, situate sull'isola di Bikini a circa 5 km dal centro di esplosione, (10 ÷ 15 W , 350 linee, 40 immagini al secondo). Una era sistemata su una torre di circa 25 m per la visione delle navi bersaglio l'altra sulla spiaggia per l'esame delle onde. Si usarono circa 20 ricevitori con più « cinescopi » ciascuno, variamente collocati in modo che circa 100 osservatori potevano esaminare direttamente il fenomeno. Per evitare la bruciatura del mosaico dei tubi di presa, dovuta alla brillanza dello scoppio che, a 5 km, avrebbe superato quella del sole per diversi secondi, fu studiato un filtro magnetico che veniva incluso mediante un segnale radio 5 secondi prima dello scoppio ed escluso 8 secondi dopo. Le navi ad oltre 30 km di distanza non potevano essere servite direttamente dai trasmettitori dell'isola di Bikini. Perciò questi segnali vennero raccolti e ritrasmessi da due aeroplani in volo sulla zona, dai quali veniva trasmessa un'altra ripresa dello scoppio.

Apparecchiature elettroniche esposte alle esplosioni di Bikini

TIPO DI APPARECCHIATURA	1ª prova	2ª prova
Radar per il controllo del fuoco	48	46
Radar per la ricerca in superfice	66	64
Radar per aerei	85	68
Radar e radioripetitori	100	97
Apparecchiature controradar	36	36
Radar e radio boe	7	7
Apparecchiature I. F. F.	277	237
Radiotrasmettitori	251	222
Radioricevitori	813	720
Antenne	10	10
Ricetrasmettitori	498	525
Scandagli ad eco (Sonar)	118	101
Apparecchiature di navigazione Loran	37	36
Apparecchiature ausiliarie	1074	1013
Apparecchiature di prova	288	274
Interfonici	123	70
Radiogoniometri	4	3
Totale	3835	3529

I numerosi rilievi fatti nella propagazione mostrano che uno scoppio atomico non costituisce un serio ostacolo all'impiego delle radioonde neppure nelle sue vicinanze.

Per la misura a distanza della pressione dell'acqua e dell'aria si usarono vari sistemi; uno di essi consisteva nell'impiego di numerosi indicatori di pressione convenientemente sistemati, ciascuno dei quali modulava in frequenza successivamente, per un breve intervallo, un trasmettitore su 70 MHz da 600 W. I segnali ricevuti vennero registrati mediante oscillografi a vibrazione e a raggi catodici.

Altre apparecchiature furono installate per determinare la radioattività, che sulle navi bersaglio risultò così intensa da renderle inabitabili per molte settimane.

Il comando a distanza a mezzo di onde radio fu usato per guidare battelli senza personale e prelevare campioni di acqua ed aria nell'area contaminata.

La maggior parte di queste numerosissime apparecchiature elettroniche fu messa in funzione poco prima dello scoppio mediante un segnale inviato per via radio e raccolto da piccoli ricevitori a batteria.

Tutte queste complicate apparecchiature funzionarono soddisfacentemente salvo poche eccezioni.

G. D.

A. B. KAUFMAN a. E. N. KAUFMAN: ***Fonorilevatore a carbone*** (Carbon Phonograph Pikup). « Electronics », XIX, n. 9, sett. 1946, p. 162 con 2 fig.

È stato costruito, come primo esemplare, un fonorilevatore a carbone che utilizza un normale braccio di un fonorilevatore piezoelettrico nel quale, al posto del cristallo è disposta una capsula microfonica a carbone, semplice o doppia (figura 1).

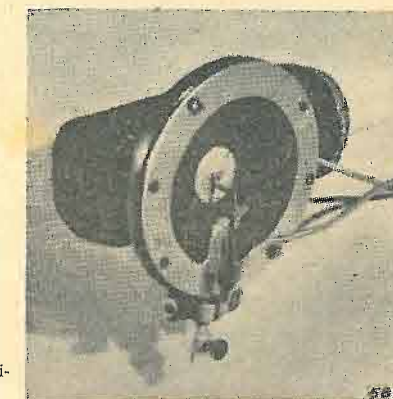



FIG. 1 - Aspetto del fonorilevatore a carbone.

La sensibilità (6 ÷ 45 V) è tale da consentire di pilotare direttamente un tubo finale. Usando per esempio il tubo 117 N. 7 (che contiene dentro di sè anche un diodo raddrizzatore per ricavare la tensione di alimentazione e il cui filamento si accende a 110 V) il circuito può essere quello rappresentato in figura 2. In tal modo si può ottenere una riproduzione in altoparlante (*la potenza di uscita della valvola è di 1,2 W. N.d.R.*) con un solo tubo che non richiede neppure l'impiego di un trasformatore di alimentazione.

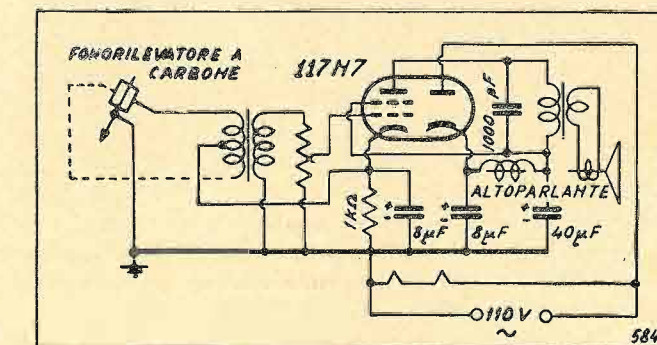



FIG. 2 - Schema del circuito.

Data la notevole superficie della membrana vibrante si ha un notevole effetto di microfonicità per cui è opportuno proteggere il fonorilevatore, sia dall'azione diretta dei suoni estranei, sia da quelli dell'altoparlante.

La risposta è abbastanza piatta fra 100 e 6000 Hz. Per ridurre il fruscio, che è piuttosto forte, il braccio che trasmette le sollecitazioni dalla punta che scorre sul disco alla capsula microfonica è convenientemente smorzato.

Sopprimendo il condensatore da 8 microfarad derivato sulla resistenza catodica si ottiene un effetto di controreazione che può migliorare la risposta. Occorre però che il senso degli avvolgimenti del trasformatore microfonico sia conveniente altrimenti si ottiene una reazione.

G. D.

Generatori di segnali a ronzatore per 3000 MHz (Ruzer Signal Generator for 3000 Mc)

"Electronics,, XIX, n. 10, ottobre 1946, pag. 140 con 1 figura.

Un interrutore a cicalina viene usato per eccitare oscillazioni smorzate in una linea risonante.

La frequenza di ripetizione di queste oscillazioni, determinata dalle caratteristiche meccaniche della lamina virante, è dell'ordine di 1000 ÷ 2000 Hz.

Ad ogni interruzione della corrente prodotta dalla cicalina si manifesta un brevissimo impulso di corrente. Questo è scomponibile, secondo l'integrale di Fourier, in una infinità di componenti di ogni frequenza. Data la brevità dell'impulso, una parte apprezzabile dell'energia dell'impulso è distribuita sulle frequenze ultraelevate.

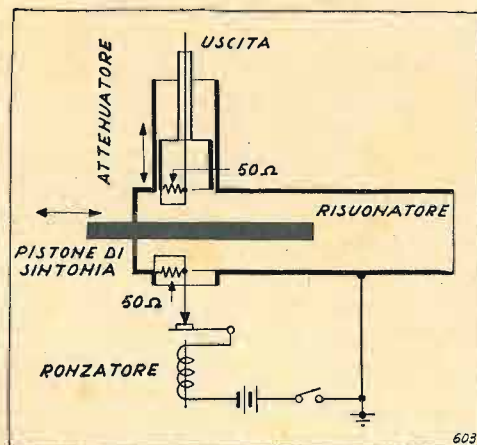



FIG. 1 - Struttura schematica del generatore di segnali a ronzatore per 3000 MHz.

Questa energia viene introdotta in una linea risonante attraverso un cappio. Fra le innumerevoli componenti dell'energia introdotta, solo quella per la quale la linea è accordata predomina, in virtù del suo elevatissimo coefficente di risonanza. Sul cappio è derivato un resistore da 500 ohm per ridurre le risonanze spurie.

La linea risonante può essere sintonizzata tra 1000 e 3500 MHz ($\lambda = 30 \div 8{,}5$ cm) mediante il conduttore centrale che può essere manovrato dall'esterno dell'apparecchio.

La tensione a R.F. viene raccolta da un secondo cappio connesso alla linea coassiale di uscita. Spostando questo cappio, che è montato su un pistone scorrevole lungo un cilindro come è indicato in figura, si ottiene una regolazione logaritmica della tensione di uscita. Questa può raggiungere qualche centinaio di microvolt. L'impedenza interna del generatore è di 50 ohm.

R. Z.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

E. CAIONE: *Televisione.* Ed. Rispoli. Napoli. Un volume di 258 pag., con 111 figure, L. 250

Alta frequenza. XV. n. 3, settembre 1946.

L'Elettrotecnica. XXXIII, n. 11, novembre 1946.

L'Antenna. XVIII, n. 21-22-23-24, novembre-dicembre.

Geofisia Pura ed Applicata. IX, n. 3-6, 1946.

Radio Giornale. XXIV, n. 6, novembre-dicembre 1946.

Rivista Marittima. LXXIX, n. 11, novembre 1946.

M. NUOVO: *Misure di impedenza acustica normale con un un metodo a risonanza per variazione di frequenza.* Estratto da *"La ricerca Scientifica,,,* XIV, 943, p. 183. *(Pubbl. I. N. E. A. C.* n. 45*).*

T. DERENZINI. *Contributo allo studio della propagazioue di onde elettromagnetiche in mezzi non omogenei.* Estratto da *" Il Nuovo Cimento,.* Serie IX, n. 3, 1943, p. 100. *(Pubbl. I. N. E. A. C.* n. 46*).*

A. MANFREDI: *Sistema di scrittura rapida per ciechi a lettura rapida con metodi elettroacustici.* Estratto da *"La Ricerca Scentifica,,* XVI, 1943, p. 276 *(Pnbbl. I.N.E.A.C.* n. 47).

P. G. BORDONI: *The Conical Sound Source.* Estratto da *"J. A. S. A.,,* XVII. 1945, p, 123 *(Pubbl. I. N. E. A. C.* n. 52).

I. BARDUCCI: *Effetto di una cavità chiusa sulle audiofrequenze di una piastra incastrata.* Estratto da *" Atti Accademia Nazionale dei Lincei,,* I, 1946. p. 206 *(Pubbl. I.N.E.A.C.* n. 53).

P. G. BORDONI e W. GROSS: *Massa di radiazione di un diaframma rigido munito di schermo acustico chiuso.* Estratto da *"Atti Accademia Nazionale dei Lincei,,* I, 1946, p. 395 *(Pubbl. I.N.E.A.C.* n. 54*).*

M. BACCAREDDA e A. GIACOMINI: *Sulla compressibilità adiabatica degli isomeri etilenici determinata mediante gli ultrasuoni.* Estratto da *" Atti Accademia Nazionale dei Lincei,,* I, 1946, p. 401 *(Pubbl. I.N.E.A.C.* n. 55*).*

Radio News. XXXVI. n. 6, dicembre 1946.

Radio Craft. XVIII, n. 3, dicembre 1946.

The General Radio Experimenter. XXI, n. 5 e 6, ottobre e novembre 1946.

Television (Bibliografia dei lavori RCA dal 1929 al 1946).

Sola Constant Voltage Transformers (catalogo).

Royal National CO. (catalogo).

Radio Parts and Electronic Equipment (catalogo).

The Engineer's Digest. VIII, n. 1, gennaio 1947.

1947
GELOSO
radioprodotti
ELETTRONICA
Bonetto
MILANO - GELOSO - VIALE BRENTA 29
S.p.A.
P. 3